

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Institut dopravy

Ústav letecké dopravy

**Technické řešení modernizace letového simulátoru
kategorie BITD na bázi PC technologií – vybrané
mechanické systémy**

**Technical solution to modernize of BITD category
PC – flight simulator – selected mechanical systems**

Student:

Bc. Matěj Křiva

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Matěj Křiva**
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**
Studijní obor: **2301T003 Dopravní technika a technologie**
Specializace: **40 Letecká doprava**
Téma: **Technické řešení modernizace letového simulátoru kategorie BITD na bázi PC technologií – vybrané mechanické systémy**
Technical Solution to Modernize of BITD Category PC - Flight Simulator – Selected Mechanical Systems

Zásady pro vypracování:

1. Požadavky leteckých předpisů na vybavení příslušné kategorie leteckých simulátorů (BITD).
2. Seznámení se s technickým řešením leteckého simulátoru ULD / PC – SIM 01.
3. Analýza možností pro modernizaci vybraných mechanických systémů uvedeného typu simulátoru.
4. Zdůvodnění vlivu navrhovaných opatření na zvýšení funkčnosti uvedeného typu simulátoru.
5. Návrh projektové dokumentace navrhovaných změn pro proces realizace.

DP musí v rámci úvodu obsahovat kapitolu se stanovením cílů práce a v závěru zhodnocení dosažených cílů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Letecké předpisy JAR STD 1 – 4

Letecký předpis JAR FCL 1

Učební texty pro teoretický kurz ATPL – Modul 020: Všeobecné znalosti letadel, ČVUT Praha, 2006

Veřejně dostupné zdroje

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011

doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě:.....

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních přestavení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§35 odst.3).
- Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nehlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užit dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- Bylo sjednáno, že užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:.....

.....

Poděkování

Velmi rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu doc. Ing. Vladimíru Smržovi, Ph.D. za cenné rady, konzultace a připomínky spojené s vypracováním mého úkolu. Celé mojí rodině, přátelům a také přítelkyni za podporu projevovanou po celou dobu mého studia.

Anotace diplomové práce

Bc. Křiva Matěj - ***Technické řešení modernizace letového simulátoru kategorie BITD na bázi PC technologií – vybrané mechanické systémy***

Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2011,
str. 74, vedoucí diplomové práce je doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D..

Diplomová práce se zabývá technickým řešením modernizace leteckého simulátoru tak, aby byl do budoucna schopen případné certifikace leteckých simulátorů kategorie BITD.

V úvodu se seznámíme s leteckým simulátorem Ústavu Letecké Dopravy, jeho částmi a dále s problematikou certifikace simulátoru kategorie BITD. Hlavní částí je popis případných vylepšení či zdokonalení prvků simulátoru. V závěru je shrnutí modernizace simulátoru.

Cílem práce je modernizace leteckého simulátoru a dále přiblížení se případné budoucí certifikaci letového simulátoru v kategorii BITD.

Diploma thesis annotation

Křiva Matěj - *Technical solution to modernize of BITD category PC – flight simulator – selected mechanical systems.*

Ostrava: The Institute of Transportation, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB-Technical university Ostrava, 2009, 74 pgs., Diploma thesis supervisor is doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D..

Diploma thesis deal with technical solution to modernize flight simulator to be able to forward any aircraft certification category BITD trainers.

In the introduction, we introduce the aircraft simulator Department of Air Transport and its parts and certification issues with the trainer category BITD. The main part is a description of any improvements or improvement of elements of the simulator. The conclusion is a summary of the modernization of the simulator.

Aim is to modernize the air trainer and closer to a possible future certification flight simulator in category BITD.

Obsah

| | |
|--|----|
| Seznam použitých zkratk | 9 |
| 0. Cíle | 10 |
| 1. Úvod | 11 |
| 2. Seznámení s leteckým simulátorem ULD | 12 |
| 2.1 Kabina simulátoru | 12 |
| 2.2 Ovládací prvky | 14 |
| 2.3 Přístroje | 14 |
| 2.4 Zobrazovací zařízení | 14 |
| 3. Kategorie leteckých simulátorů BITD | 15 |
| 3.1 Minimální technické požadavky | 15 |
| 4. Modernizace vybraných mechanických systémů | 19 |
| 4.1 Pilotní sedačky | 19 |
| 4.2 Posunutí kabiny simulátoru | 34 |
| 4.3 Podlaha v simulátoru | 37 |
| 4.4 Projekce simulátoru | 45 |
| 4.5 Palubní deska | 50 |
| 4.6 Konstrukce přichycení monitorů | 54 |
| 4.7 Konstrukce a mechanizace dvojího ručního řízení | 56 |
| 4.8 Konstrukce a mechanizace dvojího nožního řízení | 63 |
| 4.9 Konstrukce středového panelu | 66 |
| 4.10 Konstrukce ovládání motorů a vrtulí na středovém panelu | 69 |
| 4.11 Chladicí systém kabiny simulátoru | 70 |
| 5. Návrh technické dokumentace simulátoru ULD | 71 |
| 6. Zhodnocení cílů | 72 |
| 7. Závěr | 73 |
| Seznam použité literatury | 74 |

Seznam použitých zkratk

| | | |
|--------|---|--|
| ULD | ústav letecké dopravy | Department of Air Transport |
| UCL | ústav civilního letectví | Department of Civil Aviation |
| BITD | základní přístrojové výcvikové zařízení dle JAR-STD 4A | Basic Instrument Training Device according to JAR-STD 4A |
| JAR | letecký předpis | Air Regulation |
| LCD | druh monitoru | Liquid Crystal Display |
| PPL(A) | licence soukromého pilota (letadlo) | Private Pilot License |
| FS | letový simulátor dle JAR-STD 1A | Flight Simulator by JAR-STD 1A |
| SW | software | Software |
| HW | hardware | Hardware |
| QTG | je primární referenční dokument používaný pro hodnocení letového simulátoru | Qualification Test Guide |
| CD | zapisovatelný disk | Compact Disk |

0. Cíle

Cílem diplomové práce je modernizace leteckého simulátoru ULD a to z důvodu možné budoucí plánované certifikace leteckého simulátoru BITD. Modernizace leteckého simulátoru bude probíhat jak z vnější části, tak také z vnitřní části. Modernizace bude mít tedy za cíl vytvoření jednotného funkčního celku, který bude přispívat k zlepšení výuky pilotů (žáků) na institutu dopravy.

1. Úvod

Úlohou diplomové práce je seznámit čtenáře s leteckým simulátorem Ústavu Letecké Dopravy. Pokusit se navrhnout a realizovat konkrétní technická řešení pro modernizaci simulátoru tak, aby žáci (piloti) získali lepší představu, schopnosti v řízení, navigaci, komunikaci i celkovou představu o letadle, které je reprezentované leteckým simulátorem.

V této práci si objasníme, proč jsou daná technická řešení modernizace nutná. Porovnáme prováděné úkoly s předpisy Úřadu pro Civilní Letectví, abychom zjistili, zda je letecký simulátor schopen certifikace podle předpisu v nejnižší kategorii BITD.

Podle prováděných úprav na leteckém simulátoru je nutné, aby byla zpracována technická dokumentace, která by v případě jakýchkoliv závad pomohla pracovníkům ULD k jejich vyřešení. Zpracováním návrhu technické dokumentace se bude diplomová práce také zabývat.

2. Seznámení s leteckým simulátorem ULD

Letecký simulátor ULD je zařízení, které je využíváno jako výuková pomůcka pro piloty (žáky) cvičit zejména přístrojové létání. V našem případě letecký simulátor reprezentuje turbovrtulové letadlo typu Beechcraft B – 200 Super King Air.

Abychom lépe pochopili danou problematiku, kterou se budeme v této práci zabývat, bude nejlepší rozdělit si popis leteckého simulátoru na jednotlivé dílčí části.

2.1 Kabina simulátoru

Simulátor ULD, jak je vidět na obr. 2.1, je částečná napodobenina kokpitu kabiny letounu Boeing 737. Konstrukce kabiny je z převážné většiny dřevěná, doplněná o kovové výztuhy zejména v přední části kokpitu. Kovové výztuhy podírají monitory, které jsou uvnitř kabiny použity.



Obr. 2.1 Letecký simulátor ULD

Pro potřeby certifikace BITD je nutné, aby byl kokpit uzavřen, což je v našem případě splněno, jak je vidět z obrázku. Důvod uzavřené kabiny je takový, aby piloti (žáci), nebyli při výcviku rušení jakýmkoli rušivými vlivy z okolního prostředí a mohli se plně věnovat úkolům, které jsou potřeba pro zvládnutí správného řízení letu podle přístrojů.

Letecký simulátor je umístěn ve výukové místnosti (třídě) ULD, ke stěně, aby nezabíral v místnosti moc prostoru, který je důležitý z hlediska vyhovující kapacity třídy. Ovšem tato poloha v místnosti je dosti nevhodná, neboť je omezena projekční plocha pro zobrazovací zařízení vlivem zmíněné blízkosti stěny.

Uvnitř simulátoru sedí dva piloti (žáci), kteří za pomoci ovládacích prvků, přístrojů vyobrazených na LCD monitorech, softwaru leteckého simulátoru a projektoru, který zobrazuje okolí letadla, ovládají letadlo, které reprezentuje letecký simulátor. Obr. 2.2.



Obr. 2.2 Ovládací prvky v kokpitu leteckého simulátoru

2.2 Ovládací prvky

Ovládání křidélek, směrového kormidla a výškového kormidla, pomocí kterých piloti (žáci) ovládají daný letoun, jsou v simulátoru umístěny pouze na levé straně, tzn. na straně kapitána a to z důvodu, že na trhu neexistuje dvojí ovládání a také proto, že případný druhý hardware by nebyl schopen software počítače rozpoznat.

Pomocí dalších ovládacích prvku lze ovládat všechny důležité funkce pro let, jako je ovládání klapky, motoru, nastavení listu vrtule, vyvážení, ovládání podvozku. Tyto prvky mají ovládání pomocí pák, či knoflíků a jsou umístěny na středovém panelu - *Pedestalu*.

Avšak jsou zde použity i dotykové obrazovky, které nahrazují přepínače a tlačítka, které zastávají různé funkce spojené s ovládáním letounu (zapínání světel apod.). Bohužel někdy se nepodaří kliknout prstem na ten správný přepínač. Proto jsou k dispozici také PC – myši, které slouží k přepínání těchto přepínačů. Toto ovládání však není přípustné pro kategorii simulátoru BITD ,neboť je v předpise psáno, že ovládací prvky by měly být reprezentativní pro danou kategorii simulovaného letounu. Obr. 2.2.

2.3 Přístroje

Veškeré přístroje jsou zobrazeny na LCD monitorech, které jsou připojeny pomocí kovových vzpěr k palubní desce leteckého simulátoru. Monitory pracují se zobrazením 4:3.

2.4 Zobrazovací zařízení

Zobrazovací zařízení se skládá z projektoru, který je za pomoci konzoly připevněn k betonovému stropu ve výukové místnosti. Projektor je přes datový kabel spojen s počítačem v simulátoru a promítá okolí letounu před letecký simulátor na stěnu místnosti.

3. Kategorie leteckých simulátorů BITD

Definice BITD dle JAR-STD 4A:

Pozemní výcvikové zařízení předvádějící stanoviště pilota (žáka) dané třídy letounu. Může být vybaveno panely přístrojů s obrazovkami a pružinami zatěžovaným řízením poskytujícím výcvikovou základnu nejméně pro nácvik postupů letu podle přístrojů.

Simulátor by měl sloužit k účelu výcviku pilotů (žáků) PPL(A) v oblasti základů přístrojové navigace s rozsahem stanoveným v osnovách dle JAR-FCL 1.

3.1 Minimální technické požadavky

Tyto požadavky jsou stanoveny základním nařízením, které je nutno dodržet, aby mohla být možná případná budoucí certifikace leteckého simulátoru ULD.

V tabulce 1. - minimálních technických požadavků srovnáme nynější stav simulátoru ULD s požadavky dle JAR-STD 4A.

Tab. 1 – minimální technické požadavky

| JAR-STD 4A | Stav |
|--|---|
| 1. Dostatečně uzavřené stanoviště pilota-žáka proti rozptylování pozornosti předvádějící třídu letounu. | 1. Uzavřená místnost |
| 2. Vypínače a všechny ovládací prvky musí mít stejnou velikost a tvar a musí pracovat a předvádět to samé jako v simulované třídě letounu. | 2. Nutné koupit komponenty (tlačítka a přepínače, spínače), které budou mít polohy "ON"/"OFF", popř. další funkce podle potřeby (platí pro platformu FS9/X) a také HW, který bude schopen rozpoznat |

| | |
|--|--|
| | k jaké funkci dané tlačítko přidat. |
| 3. Přístroje, vybavení, panely, systémy, primární a sekundární soustavy řízení dostatečné pro nacvičované úlohy musí být umístěny podobně jako v simulované třídě letounu. | 3. Rozmístění 2D přístrojů na panelu obrazovky a toto překryto maskou s otvory pro přístroje. Monitory LCD 17" nebo 19" širokouhlé (kvůli výšce) a pro rozmístění přístrojů přes SW FS Panel Studio. Dále zabudováním potřebných ovládacích prvků (spínače, přepínače apod.) |
| 4. Osvětlení prostředí panelů a přístrojů dostatečné pro prováděné operace. | 4. Přístroje jsou dostatečně graficky vybavené a osvětlení panelu lze řešit LED diody. |
| 5. Kromě stanoviště sedadla pilota musí být zajištěno vhodné uspořádání pro výhled instruktora umožňující přiměřený výhled na panely pilota. | 5. Konstrukce, kde sedí pilot, je uzavřená, tudíž instruktor bude sedět za pilotem tak, aby byl jeho dohled nad pilotem (žákem) dostačující. |
| 6. Výkonnosti musí být reprezentativní pro simulovanou třídu letounu. | 6. Toto řeší interní nastavení konfiguračních souborů v FS (jak letovou dynamiku, tak veškeré výkony, centráž i hmotnosti) |
| 7. Účinky aerodynamických změn pro různé kombinace odporu, tahu a nastavení řízení vyskytujících se během letu, včetně účinku změny letové polohy a bočního skluzu musí být reprezentativní pro simulovanou třídu letounu. | 7. Viz. bod č. 6. |
| 8. Navigační vybavení pro lety IFR s reprezentativními tolerancemi. Toto vybavení musí obsahovat komunikační vybavení. | 8. Na 2D panel lze rozmístit libovolné dostupné přístrojové vybavení, dle potřeby (k vytvoření panelu je vhodný software FS Panel Studio, kde je taková úprava možná). |

| | |
|---|---|
| <p>9. Síly a výchylky v řízení musí všestranně odpovídat témuž v simulované třídě letounu.</p> | <p>9. Řešením je nákup, popř. úprava hardwarových součástí tak, aby vyhovovaly.</p> |
| <p>10. Kompletní navigační databáze nejméně 3 letišť s odpovídajícími postupy pro přesné a přístrojové přiblížení včetně pravidelných aktualizací. Všechny navigační pomůcky musí být použitelné, jsou-li v dosahu, bez omezení a zásahu instruktora.</p> | <p>10. Platforma FS9/X nabízí databázi letišť z celého světa. Existuje řada doplňků, které základní jednoduché zpracování letišť rozšiřují až na úroveň fotorealistického vzhledu. Úprava navigačních prostředků, dráhového a pojezdového systému je možná pomocí software AFX Airport Facilitator, který slouží k úpravě tzv. AFdat, obsahujících tyto informace).</p> |
| <p>11. Zvuky motoru musí být k dispozici.</p> | <p>11. Každý model letadla v FS9/X využívá buď databáze základních zvuků, nebo vlastních, jsou-li k dispozici. Taktéž je možné zvuky dodat explicitně.</p> |
| <p>12. Řízení a účinky atmosférických podmínek, včetně alespoň:</p> <ul style="list-style-type: none"> - směru a rychlosti větru - atmosférického tlaku | <p>12. Platforma FS9 nabízí vlastní "instruktorské pracoviště", kde je možné ovládat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - všechny jevy v počasí (vítr, tlak, oblačnost, přehánky, dohlednost) - zmrazit polohu - poruchy systémů, přístrojů, motorů |
| <p>13. Mapy letů a létaných profilů přiblížení musí být k dispozici.</p> | <p>13. FS9 nabízí tisknutelný profil letu v horizontální i vertikální rovině. Mapová projekce je však pro naši zeměpisnou šířku nevhodná, tudíž je horizontální průběh letu deformovaný. Tento problém odstraňuje FSX a nebo externí programy, které lze zakoupit.</p> |

| | |
|---|---|
| <p>14. Prostředek ke zmrazení polohy, ke zmrazení letu a změně polohy (zeměpisná poloha, kurs, rychlost a nadmořská výška).</p> | <p>14. Viz. bod. č 12. + polohu, kurz, výšku a rychlost je možné řešit přímo v softwaru.</p> |
| <p>15. Ovládací prvky instruktora na zapnutí a vypnutí poruchy týkající se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - letových přístrojů - navigačních pomůcek - řízení letu - vypnutí motoru (pouze pro vícemotorové letouny) | <p>15. Viz. bod. č 12. + řízení letu je možno řešit mechanicky (např. přerušením snímaného obvodu pro danou osu řízení). Vypnutí navigačních pomůcek lze řešit výměnou předem připravených dat nebo jejich úpravou.</p> |
| <p>16. Zařízení včasného rozpoznání pádu odpovídající simulované třídě letounů.</p> | <p>16. Toto je implementováno v samotném softwaru FS9/X.</p> |
| <p>17. Směrnice pro osvědčovací zkoušku (QTG), která musí být předložena ve formě a způsobem přijatelným pro Úřad a která musí být v souladu s AMC STD 4A.030 (odst. 1.6).</p> | <p>17. Je předmětem testování a vytvoření konfiguračních souborů daného letadla.</p> |

4. Modernizace vybraných mechanických systémů

Modernizace leteckého simulátoru ULD je nutná nejen v závislosti pro budoucí plánovanou certifikaci kategorie leteckých simulátorů BITD, ale také pro zlepšení potřeby výuky pilotů (žáků) pro přístrojové létání a zlepšení pocitu, že se opravdu jedná o fungující celek, který dává pocit řízení opravdového letadla.

Modernizace by měla probíhat podle zmíněných minimálních technických požadavků v tab.1 pro kategorii BITD. Ovšem v simulátoru je nevyhovujících více věcí. V této kapitole se zmíníme o dané technické modernizaci, kterou by měl simulátor projít. Modernizace leteckého simulátoru se bude zejména zabývat vnitřním modernizováním kokpitu a vnějším modernizováním - projekce.

4.1 Pilotní sedačky

Při plánované modernizaci se vycházelo od vnitřního uspořádání kabiny, ve které byly použity sedačky z automobilu připevněné na železné konstrukci, obr. 4.1. Avšak tato železná konstrukce sedačky nebyla nijak připevněna k podlaze. Způsobovalo to tedy, že pokud se pilot (žák) rozhodl např. brzdit pomocí ovládacích pedálů umístěných na podlaze, vyvinul sílu, která sedačku posunovala směrem vzad.



Obr. 4.1 Původní, automobilová, pilotní sedačka

Bylo tedy zapotřebí vyrobit sedačku novou, aby vyhovovala požadavkům pro piloty (žáky) leteckého simulátoru ULD.

Při stavbě nové sedačky byla většina částí použita z vyřazených sedaček letounu SAAB 340, které byly přivezeny z mošnovského letiště od společnosti Job Air. Obr. 4.2.



Obr. 4.2 Sedačka letounu SAAB 340

Úprava sedačky SAAB 340:

Sedačky byly rozebrány na jednotlivé dílčí části. Bylo zapotřebí použití inch. nářadí, aby se daly povolit všechny šroubové spojení. Jednotlivé části, které vznikly rozebráním sedaček, byly uloženy pro případné budoucí použití. Např. šrouby se daly použít znovu a také další části, ze kterých se sedačky skládaly. Tyto znovu použité komponenty značně zjednodušovaly skládání sedačky nové. Avšak byly zde i původní části sedaček, které se musely složitě upravovat, aby byly znovu použitelné.

Upravená sedačka se tedy skládá z několika důležitých částí:

- a) Opěradla*
- b) Sedáku*
- c) Mechanizmu nastavení opěradla*
- d) Podpěrné nohy a výztuhy sedačky*
- e) Posouvateľné základny*
- f) Mechanizmu aretace polohy*
- g) Mechanizmu vytahování loketních opěrek*

h) Loketní opěrky**i) Bezpečnostní pásy****a) Opěradlo:**

Byly použité stejné opěradla a minimem úprav. Upravila se tuhost přidáním trhacích nýtů jak v horních, spodních, tak i v bočních částech opěradla. Ve spodní části bylo nutné zvětšit výřez z důvodu většího naklápění opěradla. Také se muselo upravit přichycení opěradla k sedáku. Původní uchycení mělo navíc držák na odklápěcí stoleček pro jídlo. Toto uchycení bylo pro naše účely zbytečné, proto bylo odříznuto. Odříznutá část nijak nezhoršuje uchycení opěradla k sedáku. Obr. 4.3.



Obr. 4.3 Opěradlo sedačky

b) Sedák:

Sedák prošel také pouze minimem úprav, ale byly daleko složitější. Bylo nutné, aby měl sedák po celé svoji délce stejnou šířku. Sedačka se totiž z jedné strany zužovala. Naměřila se tedy nejmenší šířka a celý sedák, za pomoci přímočaré pily, se seříznul na patřičnou šířku, která se pohybovala kolem 43 cm. Také se musely vyvrtat do sedáku díry pro nové uchycení opěradla, podstavy sedáku, mechanismu sklápění opěradla a mechanismu vytahování loketních opěrek, který je připevněn ze zadní strany sedáku. Obr. 4.4.



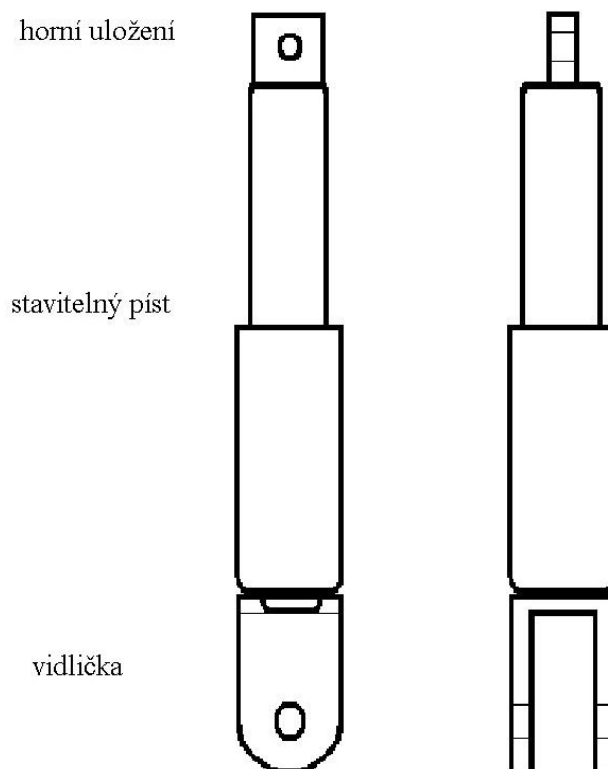
Obr. 4.4. Sedák

c) Mechanismus nastavení opěradla:

Opěradlo u sedačky SAAB 340 bylo sklopitelné pomocí tlumiče, který byl připevněn z jedné strany sedáku k opěradlu (proto byl i sedák z jedné strany širší). Za pomoci lankového mechanismu, který tlačil na píst a uvolňoval ho z aretované polohy, se opěradlo pohybovalo patřičným směrem a zůstávalo v požadované pozici. Bohužel toto uzpůsobení platilo pouze při sklápění opěradla směrem dolů. Jakmile zůstalo opěradlo dole, dalo se rukou vrátit do původní polohy, což bylo v našem případě nevyhovující.

Bylo tedy zapotřebí vyrobit mechanismus, který by nechával opěradlo v nastavené poloze.

Rozebral se píst a jeho části se po lehkých úpravách daly opět použít. Obr. 4.5.



Obr. 4.5 Stavitelný píst sedačky SAAB 340

Jde o části horního uložení a spodní vidličky. Horní uložení je zapotřebí k připevnění k opěradlu čepem do duralové destičky. Spodní vidlička je přichycena ke kovovému profilu tvaru U jedním šroubem a toto U-čko je za pomoci dvou šroubů připojeno k sedáku.

Obě použité části jsou přivařeny k otočnému napínáku, který při otáčení oddaluje, nebo přitahuje v něm uložené šrouby. Napínací šrouby mají tedy z jedné strany pravý a na straně druhé levý závit. Tím se nastavuje opěradlo do patřičných poloh. Obr. 4.6.



Obr. 4.6 Složení mechanismu pro nastavení opěradla

d) Podpěrné nohy a výztuhy sedačky:

Podpěrné nohy u upravené sedačky byly použity z původních dvou sedaček. Bylo zapotřebí upravit uchycení, k sedáku. To ovšem byly minimální úpravy, které se na podpěrných nohách prováděly. Veškeré díly podpěrných noh včetně přichytných šroubů se z původní sedačky daly použít.

Jelikož se na sedák montoval i mechanismus sklápění loketních opěrek, vyrobily se i dvě zkrutné vzpěry, které byly spojené mezi základnou sedačky a zmíněným mechanismem, aby se sedák vlivem zatížených opěrek neohýbal. Obr. 4.7.



Obr. 4.7 Podpěrné nohy a výztuhy sedačky

e) Posouvateľná základna:

Původní sedačka letounu SAAB 340 byla uchycena v kolejnici, ve které byla zajištěna proti posuvu. Použité sedačky byly ovšem cestovní, nikoli pilotní.

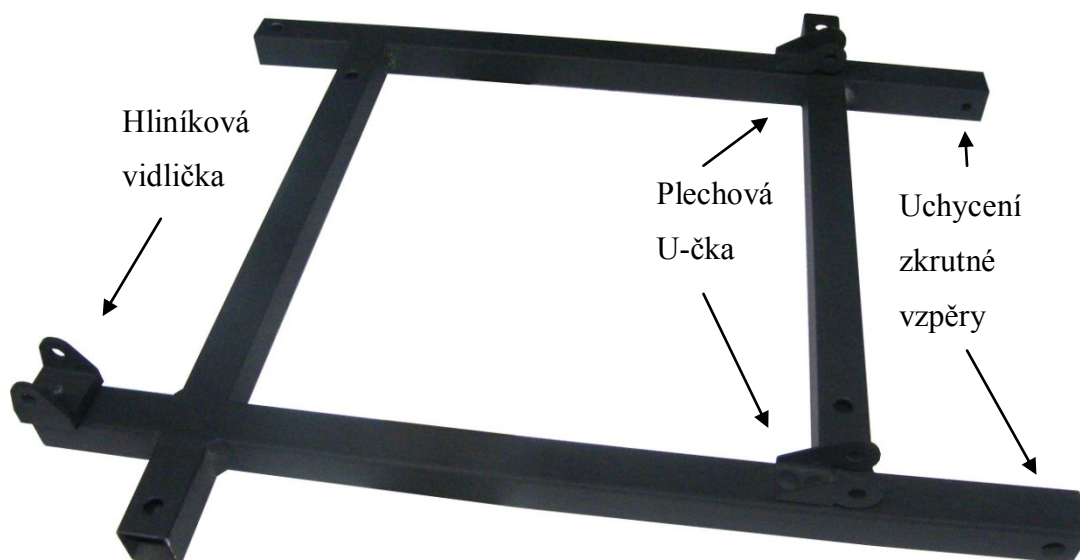
U pilotních sedaček je posuv vyžadován, aby si pilot mohl nastavovat sedačku do vhodné polohy pro pilotáž letounu. Bylo tedy zapotřebí namontovat mechanismus pojezdu sedačky.

Pilotní sedačky letounu SAAB 340 se pohybují mírně do bočního směru po celé délce jejího nastavení. Tento systém pojezdu není nijak složitý, proto jsme podobné pojiždění použili i u naší upravené sedačky.

Pojezd sedačky tedy zajišťovala dvojice pojezdu, použitá ze sedaček osobního automobilu.

Základna, která drží samotnou sedačku, se musela vyrobit celá nová. Původní sedačka totiž žádnou pevnou základnu, která by přichytávala všechny čtyři podpěrné nohy, neměla.

Zásadním kritériem pro výrobu základny sedačky bylo uchycení pojezdu, který se základnou a tudíž i s celou sedačkou posouval mírně do bočního směru. Proto se základna vyrobila do tvaru, zobrazeném na obr. 4.8, a spojila pomocí imbusových šroubů s pojezdy.



Obr. 4.8 Základna sedačky

Na základnu se poté musela navařit plechová U-čka se skrz vyvrtanou dírou, která slouží k uchycení zadních noh sedačky. Pro uchycení předních noh byla použita původní hliníková vidlička, která se spojila se základnou pomocí imbusového šroubu. Také zkrutné vzpěry, umístěné v co možná nejkrajnějším místě základny, byly spojeny imbusovým šroubem. Obr. 4.8.

f) *Mechanismus aretace polohy:*

Mechanismus aretace polohy sedačky je další zcela nově vyrobenou součástí. Má za úkol zastavit pojezd sedačky na místě zvoleném pilotem (žákem) za vyhovující pro provádění pilotáže simulovaného letounu.

Byla tedy vyrobena aretační páka, která pojezd odjistí z polohy a tím umožní pohyb pojezdu. Aretační páka přetlačuje pružinu, která brání v odjištění pojezdu a samovolnému posunu z polohy. Tvar páky je vyroben právě tak, abychom měli snadný přístup k aretaci pojezdu a dále abychom dokázali vytvořit dostatečnou sílu k přetlačení pružiny.

Ve spodní části je páka na jedné straně dělitelná. Je to z důvodu usnadnění montáže mezi pojezdy. Obě části jsou spojeny za pomoci vnitřní vložky se závitů pro přichycení imbusovými šrouby. Obr. 4.9.



Obr. 4.9 Dělení aretační páky

Na horní části páky je navařena malá část závitové tyče, která slouží k přichycení madla aretační páky. Obr. 4.10.



Obr. 4.10 Aretační páka pojezdového mechanismu

Pro montáž mechanismu aretace stačí pouze povolit a vytáhnout jeden imbusový šroub za dvou v místě dělení. Vložku i s druhou částí zasunout do sebe a poté umístit výstupky pojezdu do dírek v plechu. Roztáhnout obě části mechanismu aretace od sebe a zajistit imbusovým šroubem.

g) Mechanismus vytahování loketních opěrek:

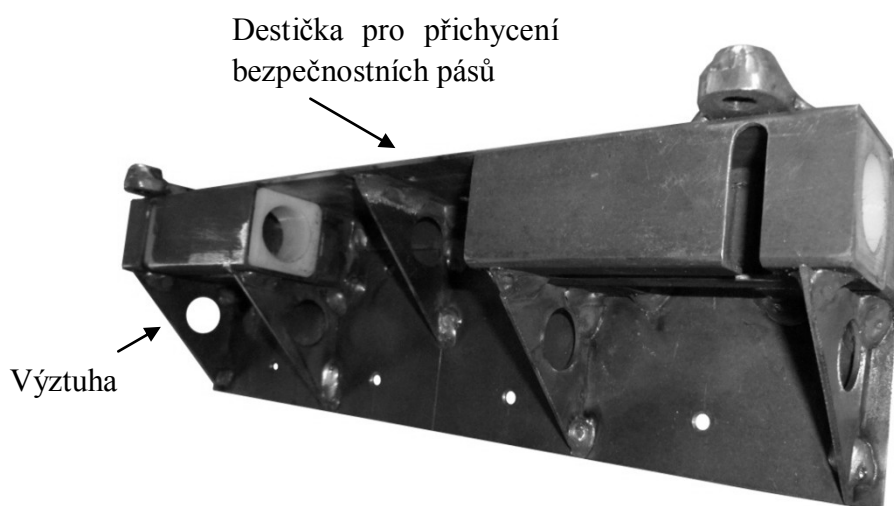
I tento mechanismus byl vyroben zcela nový. Už jen proto, že původní sedačky žádným takovýmto mechanismem nedisponují.

Pilotní sedačky SAAB 340, Boeing 737 mají loketní opěrky zasouvateľné za sedadlo, čímž značně usnadňují pilotovi nástup a výstup ze sedadla. Tohoto mechanismu se použilo i pro naši pilotní sedačku.

V začátku si bylo potřeba stanovit, co by takový mechanismus měl provádět a v jakém rozsahu. Opěrky by tedy neměly zbytečně nenarážet do opěradla sedačky (znamená to tedy mít dostatečnou vzdálenost od opěradla, ale zase ne moc velkou, jinak by opěrka byla moc dlouhá a vytvářela by velký moment na mechanismus vytahování).

Z plechu se tedy vyrobila deska, která celý mechanismus drží a je přichycena na zadní stranu sedáku. Jsou na ní přivařeny krátké jekly, destička, výztuha a doraz opěrky.

Jekly mají v sobě vyřezanou dráhu ve tvaru L, která usměrňuje chod opěrky do patřičných poloh. V jeklech jsou naraženy silonové vložky s dírou pro trubku opěrky. Silonové vložky jsou ofrézovány z kruhového do čtvercového tvaru a soustruhem je uvnitř vyrobena díra na průměr trubky, která chodí v jeklu. Obr. 4.11.

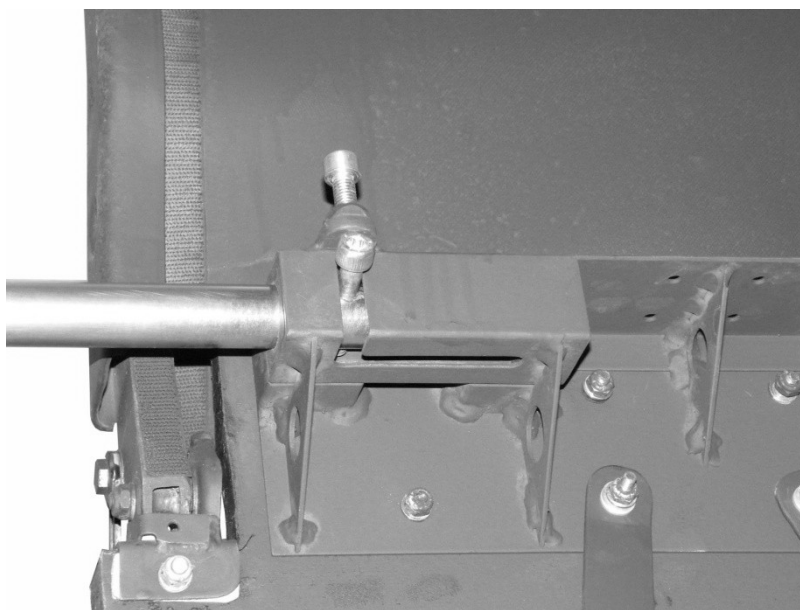


Obr. 4.11 Mechanismus vytahování loketních opěrek

Destička spojuje oba jekly v horní části. Jsou v ní vyvrtané otvory pro uchycení navijáku bezpečnostních pásů. Obr. 4.11.

Výztuhy mají trojúhelníkový tvar s vnitřní dírou pro odlehčení. Jsou navařeny na základní desku a spojují jak jekly tak i destičku. Obr. 4.11.

Doraz opěrky je vyroben z hrubého plechu a je přivařen k horní části jeklu. V dorazu je vyvrtána díra se závitem. Pro zesílení je na díru ještě navařena matice stejného závitu, jako je závit v hrubém plechu a v nich je šroub. Tento šroub slouží jako doraz druhému šroubu, který jezdí v drážce jeklu tvaru L a je připevněn k trubce, která drží opěrku. Obr. 4.12.



Obr. 4.12 Funkce mechanismu

h) Loketní opěrky:

Loketní opěrky také musely být vyrobeny nové. I když původní sedačka loketní opěrky má, nejsou pohyblivé, nedají se nastavovat a hlavně zabírají výraznou část prostoru, který je využíván pro nastupování a vystupování pilota (žáka) na sedačku. Proto se použilo mechanismu, zmíněném výše. Některé části se z původních opěrek daly použít (polstr opěrky).

Samotná loketní opěrka se skládá z trubky, opěrky a posltru.

Trubka opěrky má důležitou roli. Její povrch klouže v dírách silonových pouzder. Trubka má v sobě vyvrtanou díru se závitem pro šroub, který jezdí

v drážce jeklu tvaru L a tím udává přesný pohyb opěrce. Sklon loketní opěrky je nastavován pomocí šroubu v dorazu opěrky. Obr. 4.12.

Opěrky jsou vyrobeny z jeklu a jsou lomené, aby kopírovaly lomení opěradla sedačky. V zadní části opěrky je vyvrtaná díra podle průměru použité trubky. Trubka je poté do opěrky vložena a vystrčena 5mm ven, aby mohla být z vnější strany přivařena k opěrce. Na přední straně opěrky se navařila destička s dírkou a vytvořeným závitem pro zajištění polstru opěrky proti vysunutí. Obr. 4.13.



Obr. 4.13 Loketní opěrka bez polstru

Opěrky polstru jsou použity z původních sedaček. Na nich byly připevněny kloboučky, obr. 3.13, které zajížděly do drážky v polstru a poté byl polstr zajištěn šroubem proti vysunutí. Kloboučky se z původních opěrek musely odvrtat. Na nové opěrce se vyměřila poloha kloboučků, vyvrtaly se dírký a klobouček se trhacím nýtem připevnil k nové opěrce. Polstr opěrky se šroubem pojistil proti vysunutí z kloboučků. Obr. 4.14.

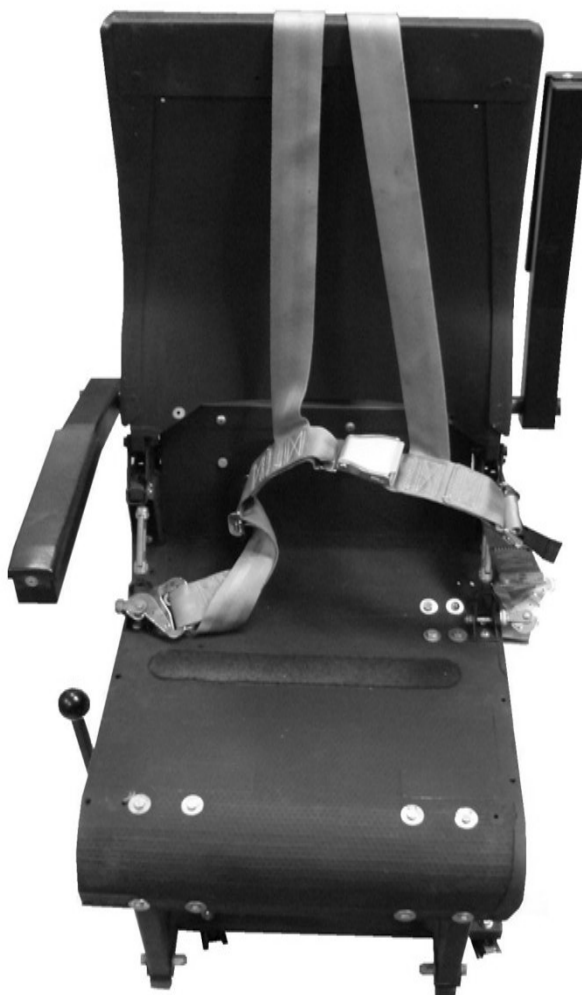


Obr. 4.14 Pojištění polstru opěrky šroubem v přední části

i) Bezpečnostní pásy:

Bezpečnostní pásy se použily ze sedaček SAAB 340. Jsou uchycené na bocích pomocí závěsu a na zadní straně sedačky k destičce na mechanismu vytahování loketních opěrek čtyřmi šrouby. Na bocích jsou pásy přichyceny šrouby, které drží spodní vidličky u mechanismu nastavení opěradla.

Veškeré vyjmenované části sedačky se poté nastříkaly černou matnou barvou, na některé části se použily černé plastové ucpávky. Obr. 4.15.



Obr. 4.15 Pilotní sedačka

Polstry sedaček se přivezly společně se sedačkami z mošnovského letiště. Jednalo se o vyřazené polstrování sedaček, které mělo nějakou vadu a bylo proto vyřazeno z používání. Polstrování sedaček prošlo pouze jednoduchými úpravami. Jednalo se

především o úpravu polstrování opěradla sedačky, neboť samotné opěradlo vůči sedáku změnilo svou výšku oproti neupravené sedačce. Polstr opěradla se tedy zkrátil o tu velikost, která byla při úpravě sedačky odebrána ze sedáku, aby se zmenšila samotná velikost opěradla. Jednalo se přibližně o 6-7 cm. Sedák se upravovat nemusel, neboť plocha sedáku se upravovala jen lehce. Sedák a opěradlo je potaženo šedou kůží, která je k sedáku i opěradlu připevněna suchými zipy. Obě tyto části jsou také suchými zipy připevněny k samotné ploše opěradla a sedáku. Obr. 4.16.



Obr. 4.16 Hotová pilotní sedačka

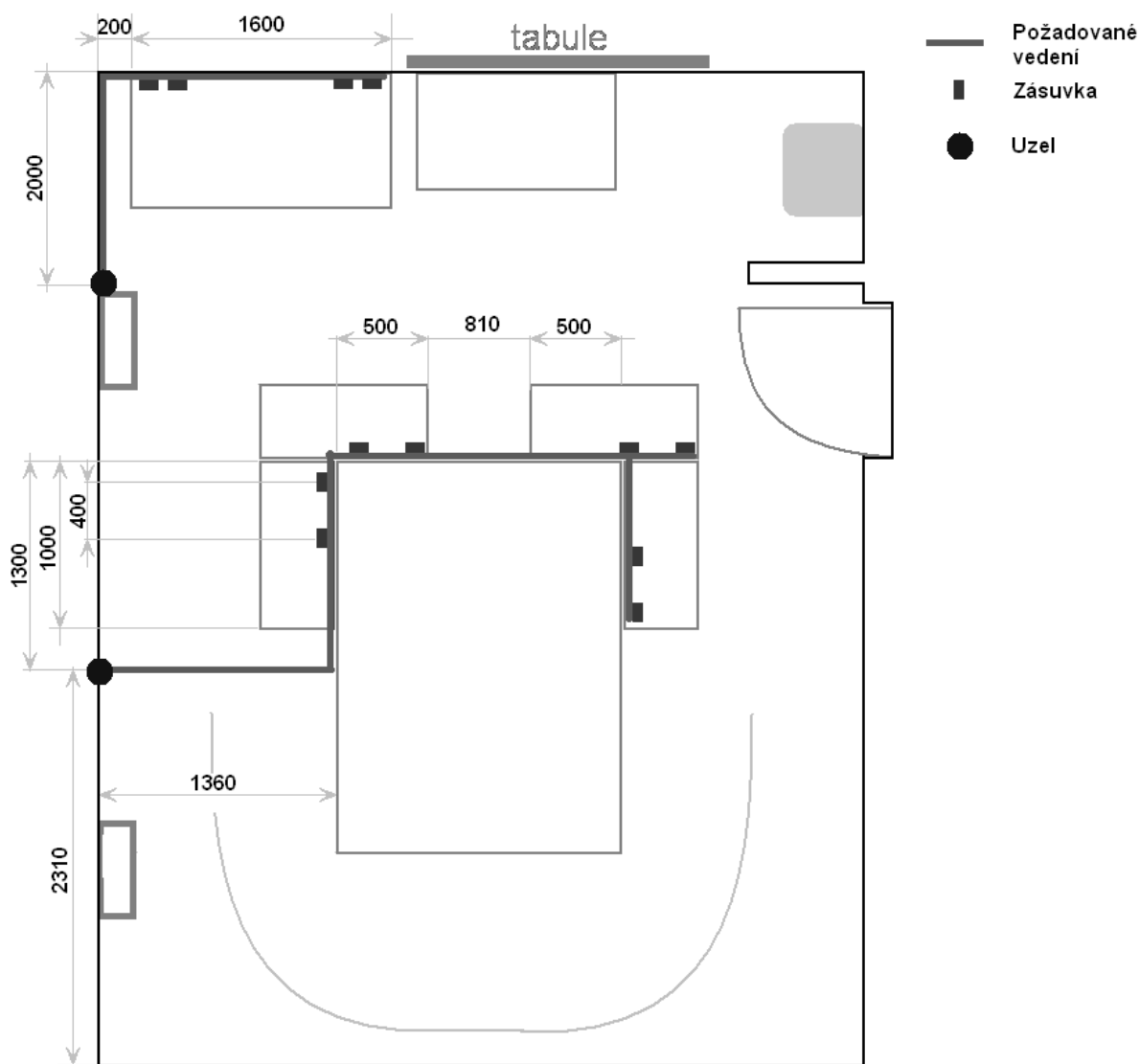
4.2 Posunutí kabiny simulátoru

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.1, kabina leteckého simulátoru byla umístěna hned u stěny výukové místnosti, neboť výuková místnost musela splňovat určitý minimální počet míst k sezení. Toto uspořádání ovšem značně omezovalo projekci pro letecký simulátor. Jakmile tedy začala plánovaná modernizace leteckého simulátoru, tak dalším kritériem bylo usazení kabiny do polohy, která by byla vhodnější pro zmíněnou projekci a tím i pro rozšíření vizualizace (použití tří projektorů).

Samotné posunutí kabiny simulátoru bylo nejdříve pečlivě rozvrženo a naplánováno. Plán přesunu byl podán ke schválení vedoucímu, který vynášel připomínky k projektu a samotnému přesunu. V projektu bylo značné přesouvání elektroinstalace, proto byli povoláni elektrikáři, kteří jsou kvalifikováni pro práci s elektrickou energií a kteří k projektu měli také své připomínky a to z důvodů možného napájení spotřebičů v závislosti na velkém odběru proudu z jednoho místa.

Před posunutím celé kabiny musely být z výukové místnosti odneseny všechny počítače, které byly na stolech v místnosti. Odpojena elektrická instalace z každého stolu, neboť na každém byla zásuvka pro napájení zmíněných počítačů. Stoly byly upevněny jak k zemi místnosti, tak i spojkami mezi sebou. Toto spojení dosahovalo dobré tuhosti a stability. Demontáž stolů tedy probíhala v odmontování čtyř úchytů, které byly přivrtány k zemi místnosti u každého stolu. Rozpojení dvou spojení mezi stoly navzájem a jejich vynesení. Jakmile byly stoly vyneseny z místnosti, mohla začít fáze přesunu. Opět bylo nezbytné odpojit nejdříve elektrickou instalaci od simulátoru, aby nedošlo k vytržení přívodu elektrické energie vlivem posouvání a případné poškození simulátoru. Simulátor byl poté přesunut doprostřed místnosti, přesně podle schváleného plánu přesunu. Obr. 4.17.

Plán přesunu byl vypracován s ohledem na novou promítací plochu kruhového tvaru a s ohledem na vrácení některých stolů, aby se v místnosti dala provádět výuka. Tyto stoly se umístily kolem kabiny leteckého simulátoru a přivrtaly se k podlaze místnosti, obr. 4.17. Stoly i simulátor se poté připojily k přívodu elektrické energie. Přinesly se počítače, které byly předtím z místnosti odneseny.



Obr. 4.17 Umístění simulátoru ve výukové místnosti

Toto nové uspořádání kabiny leteckého simulátoru má zabezpečit lepší projekci pro piloty (žáky) s použitím nové promítací plochy kruhového tvaru a použitím tří projektorů, které projekci zajistí.

Samotná elektroinstalace leteckého simulátoru není nijak složitá, ale je nezbytně důležitá, pro správné fungování všech elektrických zařízení, které jsou použité pro správný chod simulátoru. Bylo tedy nutné zjistit odběr u každého zapojeného elektrického zařízení, aby celkový odebíraný proud ze sítě byl pokryt patřičně dimenzovaným jističem, který brání před přetížením daného elektrického vedení. Pokud by nebyl jistič dostatečně dimenzován pro odběr proudu všech použitých zařízení v simulátoru, nastala by situace přetížení a jistič by vypnul dané přetížené vedení. Tím by způsobil vypnutí elektrických zařízení, které danou simulaci letu provádí. Musela by být pozastavena výuka na

simulátoru tak i opětovné nahození vypnutého jističe. Avšak samotné vypnutí elektrického proudu jističem může způsobit i daleko závažnější problémy než jen pozastavení výuky na simulátoru. Mohlo by dojít vlivem vypnutí k poškození komponent počítače, který zabezpečuje funkci všech systémů pro danou simulaci simulátoru. Elektroinstalace tedy musí zajistit dostatečný přívod pro:

- počítač – nejdůležitější součást simulátoru „srdce simulátoru“, ovládá a řídí všechny důležité systémy simulovaného letadla, vytváří obraz pro projektory i monitory, snímá polohu všech ovládacích zařízení (přepínačů, tlačítek apod.)
- monitory – zobrazovací zařízení, které zobrazuje přístroje simulovaného letadla
- ovládací zařízení – řídí let daného simulovaného letadla
- projektory – důležitá zařízení potřebná pro projekci (vizualizaci) simulátoru
- ventilátory – slouží k odvodu horkého vzduchu od počítače a přívodu vzduchu do simulátoru
- osvětlení – vytvoření dostatečného osvětlení pro správné čtení palubních dokumentů (check list, mapy přístrojového přiblížení apod.)

Přívod elektrického proudu je ve stávajícím simulátoru zabezpečen dvěma pětikolíkovými vypínatelnými zásuvkami, které jsou připevněny na vnitřní čelní straně simulátoru. Takto umístěné vypínače na zásuvkách jsou hůře přístupné a v případě jakéhokoli poškození elektrického zařízení, které instruktor nebo pilot (žák) pozná uvnitř simulátoru, je rychlá reakce pro vypnutí daného elektrického obvodu obtížná a jejich odpojení z elektrické sítě celkem složité, neboť pětikolíkové vypínatelné zásuvky jsou umístěny na vnitřní čelní straně simulátoru. Není na ně tedy volně viditelný pohled a tím nesnadné rychlé zapnutí a vypnutí elektrického proudu. Toto zjištění může mít v extrémním případě fatální následky pro letecký simulátor. Ovšem existuje také i vypnutí hlavního jističe nad dveřmi výukové místnosti. Po jeho vypnutí, se odpojí celá výuková místnost od elektrické energie. Jelikož je v leteckém simulátoru nedostatek místa pro rychlý únik a hlavní jistič je umístěn v dostatečně vysokém místě nad dveřmi, jeví se jako nejvhodnější varianta použití hlavního vypínače ve středovém panelu, který odpojí veškerou elektrickou energii od pětikolíkových zásuvek.

V nově připojené elektrické instalaci, by měl být zmíněný hlavní vypínač umístěn ve středovém panelu společně s tlačítkem zapnutí a vypnutí počítače na jednom, vhodně přístupném, viditelném místě tak, aby v případě jakéhokoli možného poškození

elektrického zařízení nebylo složité jej vypnout a tím odstavit patřičné napájecí elektrické vedení v kabině leteckého simulátoru. Zapnutí a vypnutí tlačítka počítače i hlavního vypínače bude přístupné jednoduchým odklopením části středového panelu. Toto uzpůsobení má však i další výhody a to takové, že instalace nových softwarových programů do počítače bude daleko přístupnější, než tomu bylo u starého uzpůsobení v simulátoru. Tam byly počítače umístěny v otvoru přední části simulátoru a možnosti instalace, které byly zobrazovány a ovládány z vnitřní části, byla výměna CD možná pouze obejitím simulátoru a výměnou CD z vnější části. Takže např. u instalování programu na více CD, se instruktor či personál, který má na starosti chod simulátoru, značně naběhal. Tím, že bude počítač uvnitř simulátoru, bude instalace jakéhokoli programu daleko jednodušší, neboť ovládání instalace bude probíhat uvnitř včetně výměny CD s instalovanými programy. Tedy přístup k CD – rom mechanice bude snazší.

4.3 Podlaha v simulátoru

Vnitřní uspořádání nemodernizovaného leteckého simulátoru dovovalo pilotovi (žákovi) dostatečně dobrý výhled z kabiny na promítací plochu. Bylo to však způsobeno tím, že promítaný obraz byl zobrazován v docela velké výšce. Tedy při pohledu na promítanou plochu se pilot (žák) díval vzhůru, což neodpovídá vhodnému pohledu a výhledu z kabiny jakéhokoli letounu.

Za pomoci experimentu s novou sedačkou, se podkládala podstava sedačky do té míry, až byla výška podložení dostatečná pro správný výhled z kabiny leteckého simulátoru. Rozhodlo se tedy o vyrobení podlahy, která nebude přes celý simulátor, ale pouze v místech od umístění sedaček až do přední části kabiny. Navýšená podlaha v simulátoru nemá však pouze úlohu zvýšení podlahy, ale měla by umožňovat:

- úschovu počítače, který řídí všechny funkce simulátoru
- umístění potrubí pro odvodu horkého vzduchu, který počítač při vlastním chlazení vytváří
- umístění potrubí pro přívod chladného vzduchu do simulátoru
- umístění vypínatelné zásuvky s hlavními přívody elektrického proudu pro simulátor
- uchycení sedačky

- uchycení středového panelu a throttle quadrantu
- uchycení konstrukce pro přichycení monitorů, které zobrazují přístroje
- uchycení konstrukce jak ručního, tak i nožního řízení
- přichycení k podlaze v místnosti, aby nedocházelo nežádoucímu posuvu.

Podlaha je vyrobena z jeklové konstrukce o průřezu jeklu 40 x 30 x 2 mm. Horní a zadní strana je opatřena OSB deskou o tloušťce 18 mm. Uprostřed podlahy je výřez o rozměrech 1240 x 300 mm pro uschování počítače i přichycení dalších důležitých částí, které jsou popsány výše. Podlaha je vyrobena ze dvou částí pro lepší manipulaci při stěhování a také pro snadnější montáž. Obě části jsou spojeny čtyřmi šrouby. Celá železná konstrukce je nastříkána černou natnou barvou.

První, menší, část zabírá prostor přední části kokpitu. Má obdélníkový průřez s jednou vzpěrou uprostřed pro případné uchycení dalších částí. Rozměry první části jsou 1100 x 300 x 190 mm, obr. 3.3.3. K ní se bude montovat konstrukce ručního i nožního řízení. Na menší část navazuje větší, která bude sloužit převážně pro uchycení sedaček, středového panelu a konstrukce pro přichycení monitorů. Má také obdélníkový průřez se dvěma podélnými vzpěrami, které vytyčují místo pro středový panel a dvěma příčnými vzpěrami, které jsou přivařeny mezi podélnými vzpěrami a obvodovou částí podstavy.

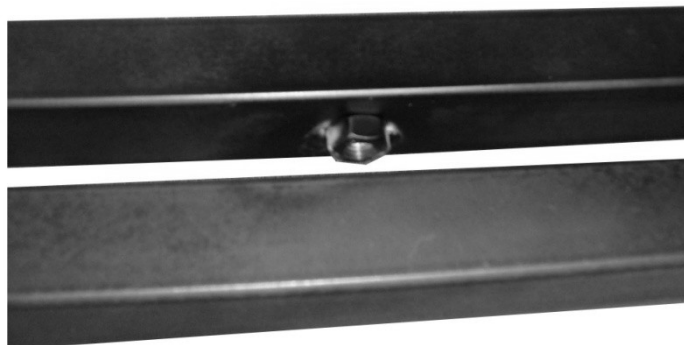
Na spodní vnitřní obvodové větší části jsou přivařeny profily tvaru L, ve kterých je vyvrtána díra pro ukotvení podlahy k zemi čtyřmi vruty, obr. 4.18.



Obr. 4.18. Ukotvení podlahy k zemi profilem tvaru L

Rozměry druhé části jsou 1700 x 1300 x 190 mm, obr. 4.20. V první, menší, části jsou díry

pro vložení šroubů. V druhé, větší, části jsou také vyvrtané díry, ale za dírami jsou navařeny matice, neboť vlivem špatného přístupu by bylo obtížné se klíčem dostat k přidržení matice. Obr. 4.19.



Obr. 4.19 Navařená matice na konci díry

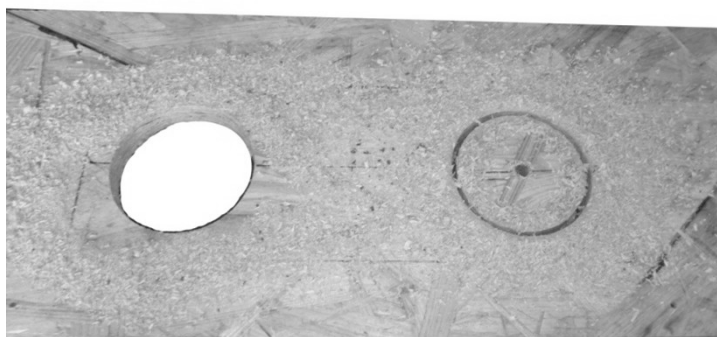


Obr. 4.20 Podlaha v simulátoru

Jako samotná podlaha byla použita OSB deska, která snáší vysoké zatížení. Disponuje také povrchovou úpravou proti nasátí menšího množství vody. Její tvar je přesně uzpůsoben vnitřním rozměrům a tvarům kokpitu. Deska je přišroubována k jeklové konstrukci vruty. Ty jsou do desky dostatečně zapuštěny, aby nevyčnívaly z desky ven, ale aby také desku zbytečně neštípaly. U první, menší, části je deska přesazena. Přesazením se docílilo stejného usazení vrchní desky a tím nevnikal nežádoucí schod mezi první a druhou částí podlahy. Na zadní straně druhé, větší, části byl při samotné montáži (popsáno níže) v OSB desce vyvrtán v místě středového panelu otvor, který přivádí chladnější vzduch z okolního prostoru kokpitu k počítači a tím napomáhá k jeho chlazení.

Samotná montáž podlahy nebyla příliš složitá. Před naložením samotné podlahy na přívěsný vozík se nejprve celá zkompleťovaná součást rozebrala, tedy oddělila se první, menší, část od druhé, větší, části povolením čtyř přichytných šroubů, které obě části spojují. První, menší, část se zabalila do smršťovací fólie a vložila se do automobilu. To proto, že v přívěsném vozíku, by se mohla vlivem našich špatných cest poškodit. Z druhé, větší, části se před naložením na bočnice přívěsného vozíku odšroubovala vrchní a zadní OSB deska. Každá část sundané desky se označila proti zaměnění stran. Jednotlivé části desek se vložily do automobilu, aby se opět zabezpečily proti poškození, kdyby byly volně položeny na dno přívěsného vozíku. Samotná konstrukce druhé, větší, části se zabalila do ochranné smršťovací fólie a naložila na bočnice přívěsného vozíku, neboť se celá konstrukce svými rozměry nevlezla dovnitř. Mezi bočnice vozíku a konstrukcí podlahy se daly pěny, které zabraňovaly poškození nástřiku podlahy. Konstrukce se poté přichytila utahovacími kurty. Po přivezení podlahy a vynesení do výukové místnosti, kde se simulátor nachází, se nejprve podstava vybalila z ochranné smršťovací fólie. Rozbalená první, menší, část se vložila i s upevněnou OSB deskou na přední stranu simulátoru a dorazila se co možná nejblíže k přednímu čelu kabiny simulátoru. Rozbalená druhá, větší, část se také vložila do kabiny simulátoru a přirazila k první části. Obě konstrukce se musely vzájemně vystředit. Poté se spojily čtyřmi přichytnými šrouby a pořádně dotáhly utahovacím klíčem. Celá podlaha se dále musela vystředit na rozměry kabiny simulátoru tak, aby na každém boku byla stejná velikost mezi konstrukcí podlahy a kabinou simulátoru. Vystředění se provádělo pomocí svinovacího metru. Až když byly stejné mezery na každých stranách, tak se vodováhou vyzkoušela rovina podlahy a dovážila se přidáním plechových plíšků na ty strany, které potřebovaly být vypodloženy. Až když byla podlaha usazena do roviny a vystředěna mezi boky kabiny simulátoru, mohlo se začít s ukotvením konstrukce podlahy k betonové podlaze místnosti. Do předem vyvrtaných děr v L profilech se tedy vložil vrták a vyvrtaly se tedy čtyři díry o průměru 12 mm. Do těchto vyvrtaných děr se vložily hmoždiny a dotloukly kladivem, aby byly co nejvíce zastrčeny v dírách. Vysavačem se vysál vyvrtaný beton. Do každé zatlučené hmoždiny se vložil vrut s podložkou a zašrouboval, obr 3.3.1. Po zašroubování všech čtyř vrutů se znovu podlaha vyzkoušela vodováhou, aby byla dosažena správná rovina vyvýšené podlahy. Poté se vysál vnitřní prostor simulátoru, aby pod podlahou nebyly zbytečné nečistoty a hlavně aby se betonový prachy neroznášel po celé výukové místnosti. Označené vrchní OSB desky se povolenými vruty připevnilly ke konstrukci navýšené podlahy. Zadní OSB deska však nemohla být našroubována, protože spodní kraje, po celém obvodu simulátoru, jsou

opatřeny ozdobnou dřevěnou lištou o rozměru 35 x 20 mm. Proto se musely přímočarou pilou vyřezat ve spodních rozích výřezy pro uložení této ozdobné lišty. Ovšem ani teď se nemohla zadní OSB deska přišroubovat na zadní stranu konstrukce podlahy. Jak již bylo zmíněno výše, nová zvýšená podlaha by měla přivádět vzduch pro chlazení počítače. Proto se do zadního čela musela na místě vyřezat díra, přes kterou se tento potřebný vzduch bude přivádět. Namaloval se tedy tvar tohoto otvoru a vykružovacím vrtákem se vyvrtaly dvě díry, obr. 4.21. Obě vyvrtané díry se přímočarou pilou prořízly, aby vznikl větší otvor pro přívod zmíněného vzduchu, obr. 4.22. Okraje otvoru se bruskou s brusným kotoučem vyhladily do hladka. Poté se mohl zadní díl vruty připevnit k zadní části konstrukce podlahy.



Obr. 4.21 Vykružené díry



Obr. 4.22 Otvor pro přívod vzduchu k počítači

Celá podlaha je nakonec pokryta kobercem. Samozřejmě v místě výřezu pro středový panel a výřezu pro přívod vzduchu, potřebný pro chlazení počítače, koberec položen není. Koberec je jak přilepen chemoprénem, tak i přitlučen čalounickými hřebíčky. Nejprve se

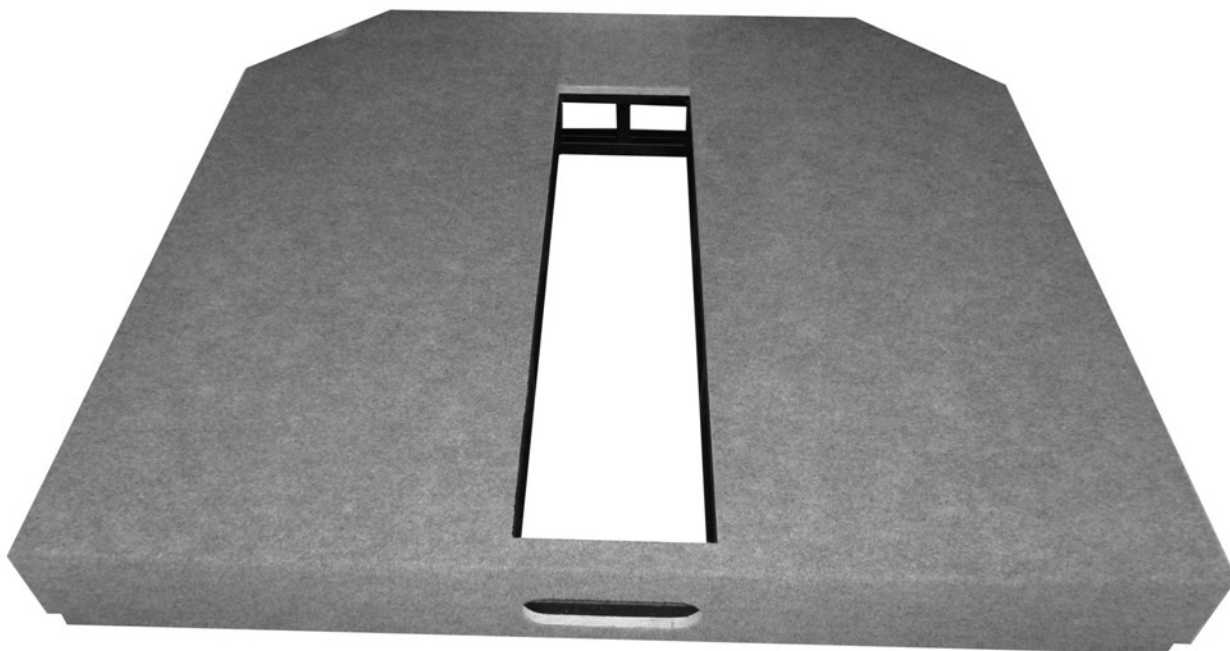
koberec nařízl na stejnou šířku navýšené podlahy, ovšem délka musela být větší, neboť koberec byl přehnut přes roh mezi vrchní částí a zadním čelem. To navýšilo celkovou délku koberce oproti podlaze. Koberec se tedy říznul na větší délku. Poté se koberec nařezal na čtyři části. Dvě stejné, ty pokrývaly pravou a levou část podlahy odpředu, až po spodní část zadního čela podlahy. Opět musely být vystřiženy výřezy, pro ozdobnou lištu, která je po celém obvodu kabiny simulátoru. Jednu čtvercovou, která vyplňovala mezeru v přední části podlahy mezi pravou a levou částí koberce. Jednu obdélníkovou, která také vyplňovala mezeru mezi pravou a levou částí koberce, ale na zadním čele, kde je vyřezán otvor pro přívod vzduchu.

Takto připravené části koberce se nejprve vyzkoušely, zda rozměry sedí na navýšenou podlahu v simulátoru. Nejdříve se začala lepit levá strana podlahy a to od zadního čela. Otevřela se tedy plechovka s lepidlem, které se rovnoměrně rozetřelo po zadním čele navýšené podlahy. Lepidlo se nanese hlavně do krajních míst, protože by v těchto místech mohl koberec odstávat, což by nepůsobilo správný estetický dojem. Přichystala se správná část koberce a velmi opatrně se nalepila především na krajní místa zadního čela podlahy. Koberec se vyhladil do hladka, aby vrchní vrstva koberce nevykazovala žádné bubliny nebo vlnky. Celá přilepená část koberce se dále pojistila přitlucením čalounickými hřebíčky, které danou přilepenou část ještě více zpevňují. Čalounické hřebíčky se samozřejmě natloukly i do těsné blízkosti rohu. Jakmile bylo čelo koberce nalepeno, mohla se nalepit i zbývající část, která pokrývá zbylou levou část podlahy. Jak již bylo zmíněno výše, důraz byl kladen především na nanesení a rozetření lepidla do rohů a v tomto případě, jelikož se jedná o větší plochu než při lepení zadního čela, i doprostřed levé části navýšené podlahy. Takto rozetřené lepidlo zabezpečuje vhodné přichycení koberce k desce podlahy. Na rozetřené lepidlo se tedy nasadila levá část koberce. Bylo nutné koberec co nejvíce natahovat a to do doby, než lepidlo dostatečně koberec samo přichytilo. Jakmile byl koberec správně natáhnutý a přilepený, mohla se přilepená část koberce přitlouci čalounickými hřebíčky. Lepení pravé větší části probíhalo stejně, jako v popisu lepení levé části koberce.

U lepení pravé části se také nejprve přiměřil koberec, zda je správně nařezán. Začalo se nanášet lepidlo na zadní pravé čelo navýšené podlahy. Přilepil se koberec, správně se natáhl do rohů a připevnil se čalounickými hřebíčky. Při nalepení vrchní části koberce se postupovalo stejným způsobem jako u nalepování koberce levé části navýšené podlahy. Muselo se ovšem zabezpečit správné natažení krajů koberce do krajů desky a také

zabezpečit koberec na případně vzniklé bublinky či vlnky. Jakmile byla nalepena levá a pravá část, mohlo se přistoupit k nalepení čtvercového kousku v přední části navýšené podlahy a zadního obdélníkového kousku, který měl v sobě vyřezanou díru pro přívod chladícího vzduchu k počítači, který je umístěn ve středním výřezu. Aby čtvercový koberec mohl být nalepen, musel se nejdříve vyzkoušet na dané místo, zda přiléhá a správně lícuje mezi pravou a levou částí nalepených koberců. Po vyzkoušení se na desku v místě přilepení čtvercové části nanaslo lepidlo po celé její ploše, neboť výřez je velmi malý. Po přiložení čtvercové části koberce na podlahu se muselo dohlédnout na správné slícování čtvercového koberce, mezi levou a pravou částí. Čtvercová část koberce se poté přitloukala čalounickými hřebíčky. V této fázi pouze stačila nalepit zadní část s výřezem pro vzduch v zadním čele navýšené podlahy. Po vyzkoušení správného umístění koberce se mohla zbývající část nalepit.

Poslední část se po nalepení zkontrolovala na slícování mezi levou a pravou částí koberce a přitloukla čalounickými hřebíčky. Po dokončení lepení se ovšem celá podlaha ještě zkontrolovala, zda byl koberec natažen do všech částí navýšené podlahy. Obr. 4.23. Také se kontrolovalo natáhnutí koberce k vnějším krajům navýšené podlahy, aby bylo zabezpečené přesné napojení čalounění vnitřní části simulátoru s kobercem bez jakýchkoli mezer.



Obr. 4.23 Navýšená podlaha v simulátoru

Jak již bylo zmíněno, lepidlo, kterým se koberec lepil k podlaze, byl Chemoprén. Toto lepidlo zabezpečuje při lepení proniknutí lepidla do póru koberce a tím ho daleko lépe

dokáže přichytit, než jakékoliv jiné lepidlo. Dále se lepidlo nanášelo i doprostřed jednotlivých dílů koberce, neboť by se mohlo stát, že koberec by byl uprostřed vypouklý. Vše bylo nakonec ještě pojištěno zmíněnými čalounickými hřebíčky, které byly natlučeny jak v rozích OSB desky, tak také rovnoměrně po celé podlaze. Čalounické hřebíčky byly koupeny o velikosti 1,4 x 14 mm. To stačilo k tomu, aby se koberec přitloukl k podlaze a hlavně aby hřebíčky neprobily přes druhou stranou OSB desky.

Roh mezi vrchní stranou a zadním čelem bude překryt nerezovou nášlapnou lištou, která zabraňuje utržení, odkopnutí, prošlapání koberce z rohu. Nášlapná lišta bude přišroubována k podlaze vruty, které jsou do lišty zapuštěny, aby nepřekážely a nevytvářely překážku při nastupování na pilotní sedadla. Otvor chlazení bude zakryt z nerez vyrobenu krytkou, která má vyvrtané menší otvory pro přístup chladného vzduchu. Krytka je na zadní stranu přišroubována vruty, které jsou také zapuštěny do krytky, aby šrouby nevyčnívaly z krytky ven.

Na konci celé montáže se výuková místnost řádně vysála vysavačem, aby se nečistoty (prach) nezanášely do koberce v podlaze celé učebny a hlavně aby nebyl prach, který vnikl při montáži, vířen pohybem osob ve výukové místnosti a aby nedošlo k nežádoucímu nasátí těchto nečistot do vnitřních částí leteckého simulátoru, kde by mohl způsobit provozní komplikace, například zanesení větráku chladicího systému, kde by mohlo dojít k nedostatečnému chlazení a způsobit přehřátí některých součástí.

Pilotní sedačky, které jsou popsány v kapitole 4.1, jsou připraveny k namontování na navýšenou podlahu. Avšak nebudou k podlaze připevněny dříve, než na samotný závěr. Je to z důvodu vymezení správné vzdálenosti od palubní desky a vzdálenosti ručního a nožního řízení, které je popsáno v kapitolách níž. Pokud bychom pilotní sedačky namontovali v této fázi, mohlo by se stát, že nebude dosažena optimální vzdálenost pro umístění dvojího řídícího mechanismu, který se bude montovat na čelní stranu kabiny simulátoru za palubní desku. Proto necháváme montáž sedaček až na samotný závěr celé modernizace leteckého simulátoru.

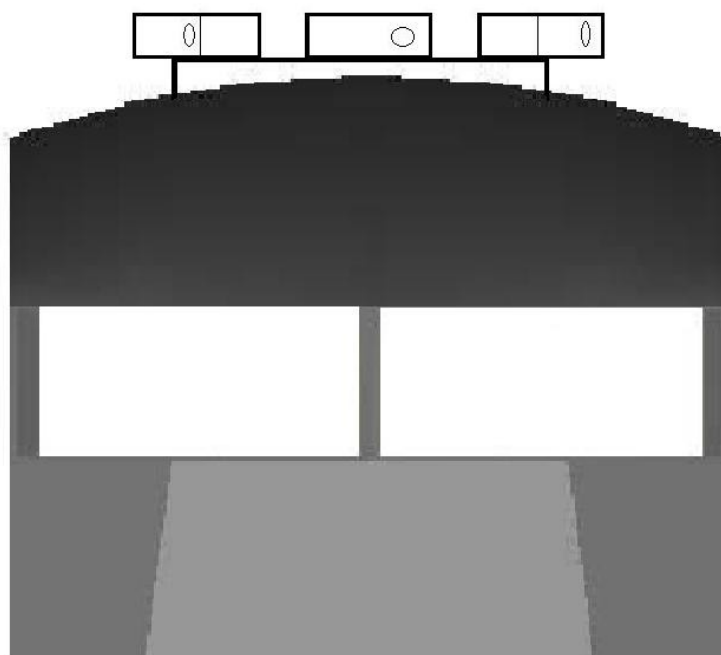
4.4 Projekce simulátoru

Letecký simulátor ULD, jak již bylo zmíněno v kapitole 2.4, měl vytvořenou projekci, která se skládala z jednoho projektoru připevněného k železné konzole, která byla přivrtána ke stropu výukové místnosti, a promítací plochy. Promítaný obraz byl zobrazován na stěnu v místnosti. Avšak vlivem špatného umístění simulátoru ke zdi místnosti, byla i část promítaného obrazu vyobrazena na levé straně výukové místnosti a ne jen na straně čelní (vůči umístění simulátoru). Promítaný obraz projektořem byl zobrazován také ve velké výšce, vzhledem k poloze simulátoru. To mělo za následek, že při letu, se pilot (žák) nedíval před sebe, ale směrem nahoru. To také bylo i příčinou, pro nově zamýšlenou projekci. Tato projekce by však nemohla být nikdy vylepšena, kdyby byl letecký simulátor na svém původním místě, tedy umístěn u stěny výukové místnosti. Proto se v první řadě musela přesunout kabina simulátoru a až poté mohla být navržena lepší alternativa pro zmíněnou projekci. Přesun kabiny leteckého simulátoru je popsán v kapitole 4.2.

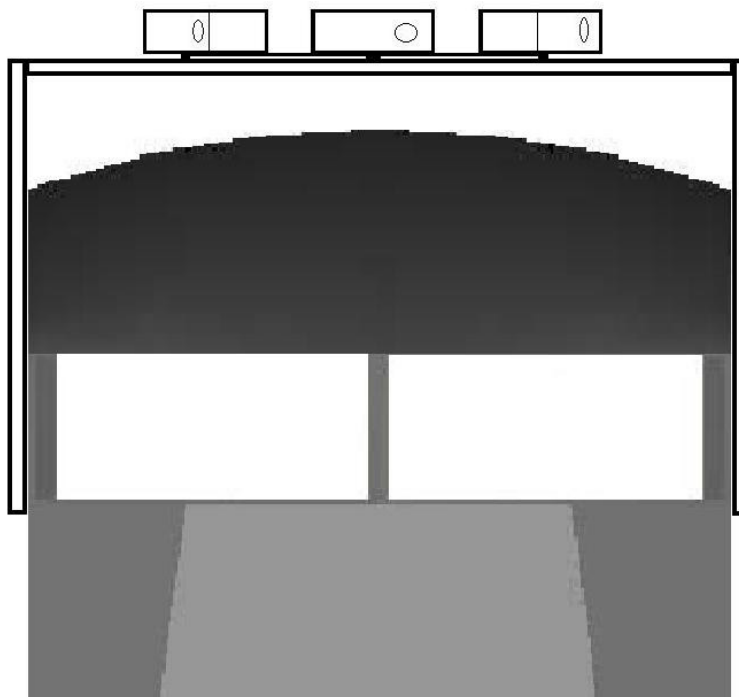
Plánování nové projekce bylo velmi diskutabilní, neboť se jednalo především o využití stávajícího jednoho projektoru, který byl použit i pro staré uzpůsobení projekce a také o využití konzoly, která projektor přidržovala u stropu místnosti. Musely se prodiskutovat a naplánovat všechny možnosti, které s daným použitím zmíněného projektoru, přesunutím přídržné konzoly a také elektroinstalace včetně datového vedení souvisely. Použitím této nové projekce s jedním projektořem by značně rozšířilo obraz na zdi v místnosti. Odpadlo by také nepříjemné lomení promítaného obrazu, které způsobovala blízkost stěny. Tím že se simulátor posunul relativně doprostřed výukové místnosti, byl tento nepříznivý jev odstraněn. Takto vytvořená projekce s jedním monitorem by nebyla špatná, ale rozhodně by nebyla příliš finančně náročná. Jediné co by se muselo při takto vytvořené projekci uzpůsobit je pouze přemístit konzoli držení projektoru a prodloužení elektrického a datového vedení k projektořu.

Naskytovala se také možnost využití tří projektořů místo jednoho a zobrazení na promítací válcovou plochu místo na zeď místnosti. To by ovšem značně rozšiřovalo promítaný obraz. Uchycení jednoho projektoru bylo vyřešeno, ale bylo potřeba vyřešit uchycení tří projektořů. Jedním z návrhů uchycení projektořů bylo vytvoření konzoly, která by byla přichycena na střechu kabiny simulátoru. Ovšem pokud si uvědomíme hmotnost tří projektořů (jeden kolem tří kg) a hmotnost konzoly umístěné na střeše

simulátoru, obr. 4.24, dostali bychom se k zatížení střechy kolem třinácti kg. Taková hmotnost na dřevěné střeše simulátoru je velmi vysoká a mohlo by nastat propadnutí celé konzoly i s projektory dovnitř simulátoru a způsobení možného zranění pilotů (žáků), kteří by se v kabině nacházeli. Dalším návrhem pro přichycení tří projektorů by bylo vyrobení konstrukce, která by byla uchycena na bočních stěnách kabiny simulátoru a vyvedena nad simulátor. Tyto dva vývody z boků simulátoru by byly spojeny vzpěrou a k této vzpěře by se mohly projektory přichytit, obr. 4.25. Tento návrh by určitě nezatěžoval konstrukci kabiny simulátoru, naopak by konstrukci kabiny ještě více zpevnil. Také elektrické a datové vedení k projektorům by bylo daleko snadnější. Zapínání projektorů by se mohlo vyvést do výše zmíněného středového panelu, který by ve svých útrokách měl i vypínač pro přívod elektrického proudu k projektorům. Jediné co by se dalo vytknout na tomto řešení je možné chvění obrazu, které by bylo zapříčiněno pohybem osob v simulátoru. Piloti (žáci) by se mohli opírat o vnitřní stěny simulátoru, tím by se mohla mírně chvět konstrukce přichycující projektory a tím pádem i obraz, který přichycené projektory ke konstrukci zobrazují.

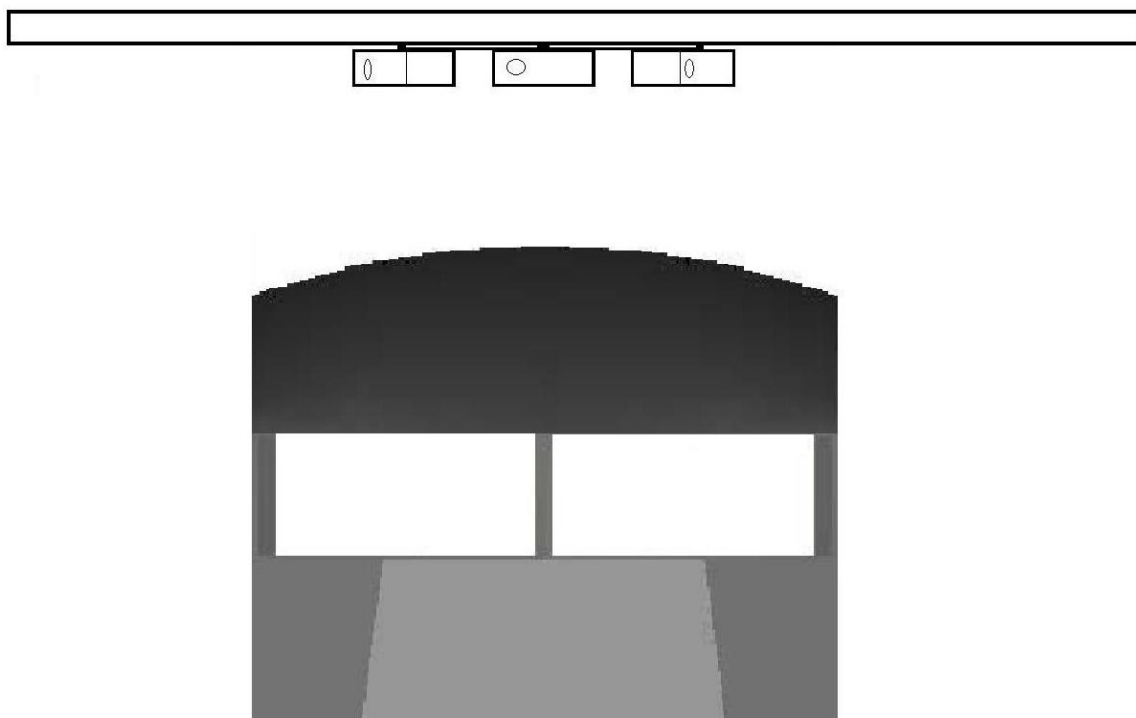


Obr. 4.24 Uchycení projektorů na střeše simulátoru



Obr. 4.25 Uchycení projektorů na boční stěny simulátoru

Další možností jak uchytit tři projektory by bylo pod strob místnosti umístit hrazdu, která by byla ukotvena na bočních stěnách místnosti, obr. 4.26. Tato hrazda by mohla mít posuvné uchycení projektorů, které by se po hradě mohly posouvat, a tím by bylo docíleno přesného nastavení projektorů doprostřed kabiny simulátoru. Toto konstrukční řešení je výhodné z hlediska chvění, které by neovlivňovaly osoby v kabině simulátoru. Mohlo by se však stát, pokud by nebyla hrazda dostatečně pevná, že mírné chvění mohla být způsobována vcházením a vycházením z výukové místnosti, kdy dveře doléhají do zárubní dveří. Ovšem nepředpokládá se, že by v hodině výuky žáci odcházeli z výukové místnosti. Dále pokud by nebyla konstrukce takto vytvořené hrazdy dostatečně pevná, mohla by nastat prohnutí takto málo zpevněné konstrukce vlivem zatížení třemi projektory. Jak jsme již zmínili, jeden projektor váží přibližně tři kilogramy. Tedy konstrukce by byla zatížena přibližně deseti kilogramy. Prohnutí je v tomto případě nepřípustné, ale pokud by nastalo, mohlo by časem způsobit únavu materiálu a následné zřícení na kabinu simulátoru, ve které by mohla zrovna probíhat výuka.



Obr. 4.26 Uchycení projektorů na vzpěru vetknutou do bočních stěn místnosti

Je tedy mnoho možností, jak dané projektory umístit. Samozřejmě je také důležité která varianta, tedy množství projektorů, se pro danou projekci použije.

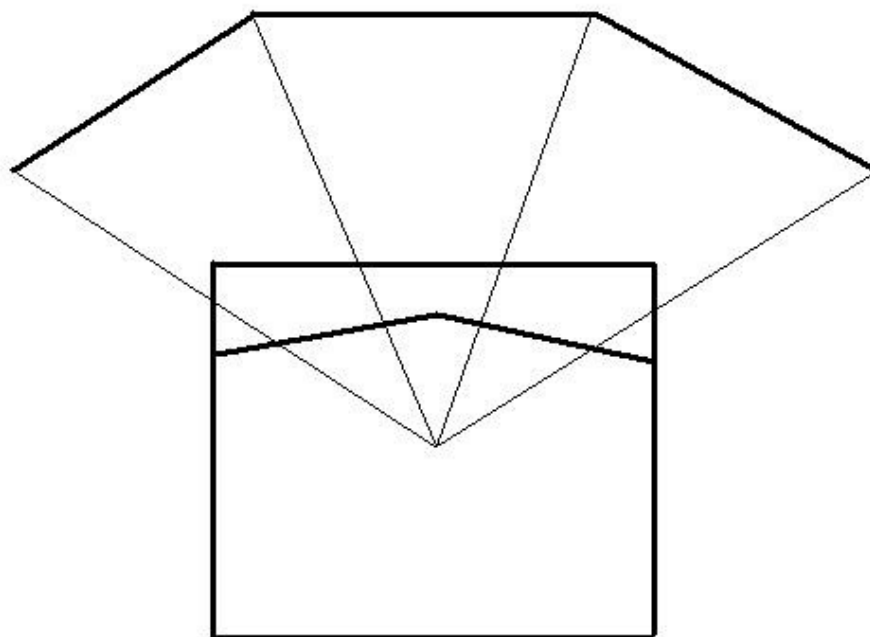
Varianta tří projektorů je z pohledu pilota (žáka) věrohodnější, neboť zobrazí vnější prostředí na výrazně větší ploše. Je však daleko finančně náročnější, neboť je nutné koupit stejné tři projektory, použité pro vizualizaci. Dále je nutné mít výkonnou grafickou kartu, která by byla schopna zvládnout vysoké rozlišení pro danou projekci, zařízení Triple head to go, které rozděluje jeden výstup z grafické karty na tři další výstupy potřebné pro projektory. Pomocí tohoto zařízení se tedy může zobrazit patřičné vnější prostředí na daleko větší ploše.

Dohodla se tedy varianta, která využívá použití tří projektorů. Jako nosná konstrukce projektorů se použije nosná hrazda, kterou jsme si popsali v odstavcích výše.

Promítací plocha pro zobrazení vnějšího prostředí má také mnoho variant, které také nabízejí své výhody i nevýhody. Bylo potřeba si tyto možnosti zobrazovací plochy projednat a popř. namalovat, aby se mohly jejich možnosti přenést do fáze realizace.

Jedna z naskytujících se možností je použití promítací plochy lomené, která má plochu vyřešenou tak, že projektory promítají obraz kolmo na promítací plochu, obr. 4.27.

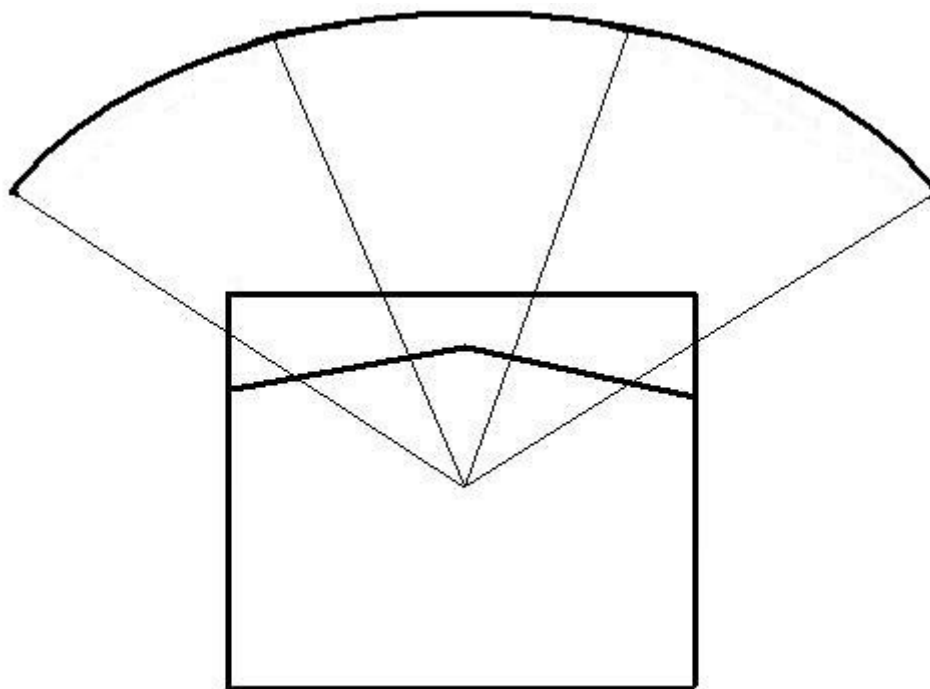
Tento způsob projekce je značně jednoduchý, neboť není potřeba promítaný obraz žádným způsobem lomit, či jinak zakřivovat. Konstrukce uchycení takto vyřešené promítací plochy je velmi jednoduchá a je složena ze čtyř podpěr, které drží plátno či jiný materiál v hodný k projekci, a jsou přikotveny k zemi místnosti, aby nedocházelo k nežádoucímu chvění promítací plochy. Tyto podpěry mohou být také připevněny k obvodovým zdím místnosti tak, aby byla zabezpečena dostatečná tuhost konstrukce. Jednotlivé vzpěry by samozřejmě byly spojené mezi sebou a to nejen pro lepší tuhost celé konstrukce, ale především pro uchycení zmíněného plátna či jiného promítaného materiálu.



Obr. 4.27 Projekční plocha lomená

Další možností jak navrhnu a popř. vyrobit promítací plochu pro tři projektory je vytvoření válcové promítací plochy, obr. 4.28. Takto vytvořená promítací plocha má však značně složitější nastavování lomeného obrazu, který není promítán jako v předchozím případě na rovnou plochu, ale na zakřivenou plochu. Toto nastavení lomeného obrazu bylo za pomoci softwaru NTHUSIM. Ten umí rozložení obrazu na obrazovou síť, která se dá deformovat různým způsobem a tím nastavovat obraz na promítací ploše v našem požadovaném tvaru tak, aby zobrazované prostředí bylo rozmístěno po celé válcové ploše. Použitý program je značně finančně náročný, ovšem bez něj se obraz na válcovou promítací plochu nedá nastavit. Konstrukce zavěšení takto vytvořené promítací plochy nemusí být jinak vytvořena, jak v předchozím případě, avšak spojovací vzpěry mezi jednotlivými podpěrami nebudou spojeny přímo, ale zakřiveným vzpěrmi, které budou právě vytvářet válcovou promítací plochu. Materiál na takto zakřivené vzpěry promítací

plochy bude buď plátno, natažené na horní a spodní vzpěru nebo jiného pro projekci vhodného materiálu. Konstrukce podpěr by měla být také ukotvena do obvodových zdí výukové místnosti, aby se zabránilo případnému nežádoucímu chvění promítací plochy.



Obr. 4.28 Projekční plocha válcová

Po projednání jednotlivých možností, byla vybrána válcová promítací plocha. Materiál na promítací plochu bylo zvoleno tenké plexi podobné tenkému Polykarbonátu, které už samo o sobě drží námi požadovaný válcový tvar. Tento materiál je z hlediska tuhosti velmi přívětivý. Pokud se ještě připevní ke konstrukci válcové plochy, vznikne tedy bezpečná a požadovaná tuhost celé konstrukce projekční plochy proti nežádoucímu chvění a tím pádem zabezpečení projekční plochy proti rozhození promítaného obrazu.

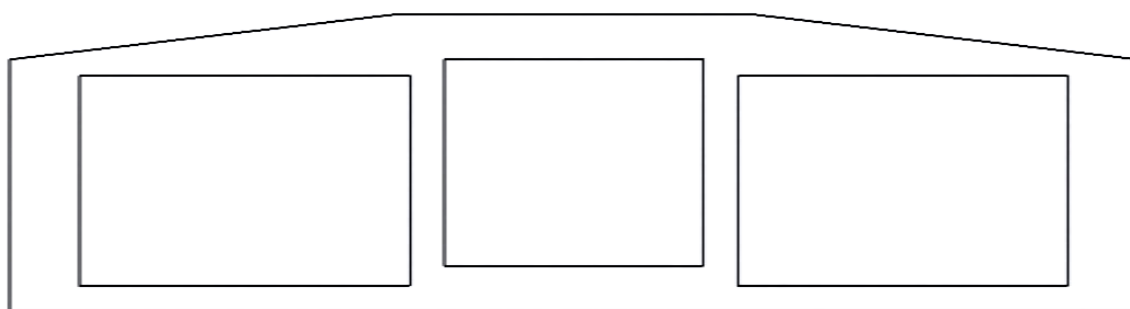
4.5 Palubní deska

Palubní deska stávajícího simulátoru ULD sloužila především pro uchycení konstrukce k připevnění monitorů, které zobrazují letové informace na svých displejích. Dále sloužila k přichycení ovládacího prvku ručního řízení. Toto řízení bylo pouze na straně levé (kapitánské straně). To znamená, že v simulátoru nebylo použito dvojího řídícího mechanismu. Ten ovšem není k dispozici ani v sortimentu dnešních ovládacích

zařízeních. Palubní deska nebyla připevněna pouze ke konstrukci uchycení monitorů, ale také ke konstrukci středového panelu, který byl také spojen s konstrukcí uchycení monitorů. Dále byla uchycena i k přírubě na bocích kabiny leteckého simulátoru. Takto vytvořené spojení bylo dostatečně tuhé a nevykazovalo žádné nežádoucí chvění. Palubní deska nesloužila pouze jako příchytý komponent, ke kterému se přichytávají další zařízení. Všeobecně by se dalo říci, že palubní deska slouží především pro uchycení přístrojů, které jsou v daném simulátoru, letadla či jiném zařízení použity k předávání informací mezi strojem a operátorem. V našem případě je to pilot (žák), který odečítá hodnoty z přístrojů daného simulovaného letadla, které je charakterizované leteckým simulátorem a snaží se podle těchto informací (veličin) z přístrojů uskutečnit let ať už po libovolně zvolené trati, nebo přímo po naplánované předepsané trati. V palubní desce leteckého simulátoru byly výřezy pro tři LCD monitory, které zobrazovaly informace pilotovi (žákovi). Byly v ní i výřez pro umístění nohou ve spodní části a v horní části byl výřez pro umístění přístrojů k ovládání autopilota. Deska byla vyrobena z dřevotřísky a natřena šedou kokpitovou barvou. Jelikož výřezy pro umístění nových LCD monitorů jsou malé, tak by původní palubní deska nešla ani po jakýchkoliv úpravách použít.

Palubní deska do modernizovaného leteckého simulátoru je dalším z dílů, který bude muset být vyroben nový pro možné další použití v kabině simulátoru. Je to dáno tím, že monitory, které ve stávajícím simulátoru zobrazovaly starší typy obrazovek, budou nahrazeny obrazovkami novými, širokoúhlými. Ty mají jiné rozměry a proto se do výřezu, které jsou v původní palubní desce vyřezány, svými rozměry nevejdou. Jak již bylo zmíněno, ani po lehkých úpravách, které by zvětšily otvor pro uložení nových širokoúhlých obrazovek by stará palubní deska nemohla být použita, neboť nová palubní deska bude mít jiný tvar. Bude jí chybět výřez pro nohy pilota, protože nová palubní deska bude daleko užší, proto výřez pro nohy odpadl. Dále v horní části bude oproti stávající desce výška nové desky od krajů směrem do středu narůstat a bude tvořit stříšku, která bude sloužit pro nové ovládací prvky řízení autopilota. Nová palubní deska bude také vyrobena z jiného materiálu oproti stávající dřevotřískovému. Bude použita OSB deska, která snáší daleko větší zatížení. OSB deska se použije nejen pro svou větší pevnost, ale také z toho důvodu, že při výrobě podlahy zbyla dostatečně velká část použité OSB desky a tím se sníží náklady na výrobu palubní desky nové, obr 4.29. OSB deska má však oproti desce z dřevotřísky nevýhodu nerovnoměrného povrchu, který má daleko více štěrbin právě v povrchové vrstvě desky. Je mnoho způsobů, jak se dané štěrby v povrchové vrstvě OSB desky dají odstranit. Jedním ze způsobů je použitím tmelu na dřevo, který

spáry v desce zacelí. Není nijak finančně náročný a práci s ním zvládne i podprůměrně zručná osoba. Naskytuje se i další možnost jak spáry v desce odstranit a to použitím barvy, kterou se bude palubní deska natírat. Barva může natéct do zmíněných spár a štěrbin a tím povrch dokáže zrovnoměrnit. Ovšem na velké díry v povrchových vrstvách desky by bylo zapotřebí velké množství barvy a tím nejspíš nevyhnutelné použití zmíněného tmelu na dřevo. Barva nové palubní desky bude tedy světle šedá (kokpitová) barva, kterou budou natřeny i další části použité v kabině leteckého simulátoru. Např. potahy sedaček jsou příkladem toho, jaká barva by se mohla použít na jednotlivé modernizované části v simulátoru.



Obr. 4.29 Palubní deska

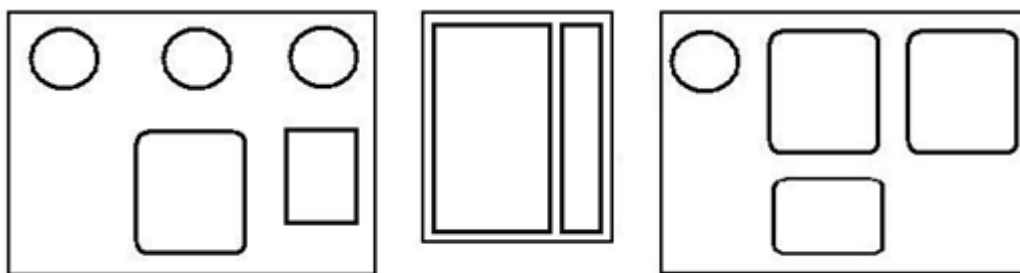
Nová palubní deska bude samozřejmě uchycena i ke konstrukci, která přichytává nové širokoúhlé LCD monitory. Dále bude uchycena i na boční stěny kabiny simulátoru. Takovéto uchycení palubní desky by mělo zabezpečovat dostatečnou pevnost stabilitu pro používání, které je v simulátoru zapotřebí.

Nově vyrobená palubní deska nebude mít pouze funkci přichycení monitorů, ale budou v ní i umístěné ovladače některých přístrojů či systému, jako je např. páka pro zatahování podvozku, ovladače pro vypínání varovného hlášení MASTER CAUTION nebo MASTER WARNING a další, které budou potřebné pro ovládání přístrojů jako je například otočný ovladač pro nastavení přesného barometrického tlaku, ovladač pro nastavení kurzu na přístroji HSI, otočné ovladače pro nastavení frekvence a další. Tím, že je OSB deska dostatečně hrubá, v našem případě 18 mm, bude možné tento ovladač do palubní desky umístit a drát který bude k ovladači přiveden, bude veden v zafrézované drážce ze zadní strany desky. Tím pilot (žák) nabude dojmu, že je ovladač součástí celého přístroje. Aby pilot (žák) neviděl před sebou pouze širokoúhlou obrazovku, na které budou umístěny přístroje, bude přes širokoúhlý monitor překrývací deska, která bude mít v sobě vyřezané otvory, které budou mít stejný rozměr jako je rozměr budíku zobrazovaného

přístroje na monitoru. Tím že se monitor překryje touto deskou, bude to vypadat, jako by překrývací desce byly samotné budíky našroubovány. Celá palubní deska tedy nebude mít jednolitý tvar, ale budou na ní právě vyvýšené místa dané překrývací deskou. Tím bude palubní deska nabývat věrohodného dojmu. Ve spodní části palubní desky bude i přichycení otočného ovládání pro použití nového řídicího mechanismu dvojího řízení. Otočným ovládáním se myslí uchycení kloubového ložiska, ve kterém se bude pohybovat trubka řídicího mechanismu dvojího řízení.

Překrývací deska měla mnoho variant jejího návrhu. Bylo ji možné vyrobit z plechu, ve kterém by byly vyvrtány otvory pro přístroje. Ovšem aby byla překrývací deska věrohodná, musely by se kraje překrývací desky ohnout na patřičný rozměr, aby deska odstávala od palubní desky. Dále pokud by byl pod otvorem v desce z plechu zobrazovaný přístroj na LCD monitorech, byl by případným bočním pohledem vidět nejen samotný přístroj pod vyvrtanou dírou, ale případně část dalšího přístroje, který by byl umístěn vedle, znamenalo by to tedy, že by šlo vidět pod tuto plechovou překrývací desku. To by se muselo vyřešit nalepením kolem výřezu v plechu nějakým nejlépe gumovým materiálem, kterým by zabraňoval případný pohled pod plech. Gumovým materiálem proto, že pokud by byl použitý nějaký tvrdý materiál, mohl by se poškodit širokoúhlý LCD monitor. U varianty překrývací desky z plechu by musely být na jeho spodní straně navařeny i vzpěry, aby se zabránilo případnému prohýbání překrývací desky.

Pokud by však byla překrývací deska vyrobena z dřevěného materiálu, který má dostatečnou pevnost, jako je např. dubová překližka, byla by součástí daleko lépe opracovatelná. To znamená, že by bylo jednodušší vyřezání otvorů v desce pro přístroje, odpadlo by jakékoliv ohýbání, částečně by se zabránilo podhledu překrývací desky v případě bočního pohledu. Samotná překližková deska zabezpečuje dostatečnou pevnost, proto by odpadlo jakékoliv jiné vyztužování desky. Použití takto vyrobené překrývací desky by bylo dostatečné k navození právě námi zamýšleného věrohodného dojmu. Obr. 4.30. Při výrobě takto navržené desky by však mohly nastat problémy s odštípnutím vrstev překližky při řezání a vyvrtávání děr pro přístroje. Tyto nedostatky by se daly opravit použitím tmelu na dřevo, kterým by se nedostatky mohly odstranit.



Obr. 4.30 Příklady překrývacích desek

Obě zmíněné varianty mají své klady a zápory. Barva překrývacích desek by byla stejná jako v případě palubní desky. Přichycení překrývacích desek k desce palubní by bylo pomocí 10 vrutů s půlkulatou hlavou. Při použití překrývací desky z plechu by však pod každou dírou pro přídržný vrut musela být ještě vložka a to z důvodu toho, že pokud by vrut přitáhnul plechovou překrývací desku příliš silně, mohl by v místě šroubu vytvořit bublinu, která by pohled na přístrojovou desku rušila. Takto vyrobených překrytů by bylo tolik, kolik je použitých obrazovek na palubní desce.

4.6 Konstrukce přichycení monitorů

Jak jsme si popsali v předchozí kapitole, monitory nedrží pouze v přístrojové desce leteckého simulátoru, ale jsou přichyceny ke zvlášť vyrobené konstrukci, která zabezpečuje přidržení monitorů v požadované poloze a s dostatečnou pevností, aby nedocházelo k jejich možnému pohybu a tím pádem i nežádoucímu chvění obrazu. Tato konstrukce u nemodernizovaného simulátoru ULD nebyla přichycena jak palubní deskou, ale i středovým panelem. Tedy hlavní nosná část této konstrukce vedla po téměř celé zadní šířce palubní desky a dále svedena do přední části středového panelu, kde byla přichycena šrouby. Konstrukce uchycení byla vyrobena ze dvou částí. První část, jak jsme si již popsali, byla ze zední strany palubní desky a svedena k přední části středového panelu. Druhá část byla na hrubých jeklech položena na podlaze místnosti a zabezpečovala stabilitu uchycení celé konstrukce společně se středovým panelem, ke kterému byly obě části přichyceny. Krom spodních stabilizačních jeklů byla celá konstrukce vyrobena z železného profilu tvaru L a svařena v požadovaném tvaru. Do kovového profilu tvaru L byly v místech uchycení monitorů vyvrtány díry. Každý z monitorů měl na své zadní straně čtyři otvory, ve kterých byly umístěné zápusťné matice sloužící k připevnění. Toto řešení u monitorů je v dnešní době standardní, neboť na trhu je celá řada možně

stavitelných stojanů, které vytvářejí daleko lepší uchycení monitorů, než nabízí firemně vyráběná přídržná plastová podložka. Těmito plastovými zápusťnými maticemi se monitor přitáhl šroubem přes otvor k železné konstrukci, která měla nestarost uchycení těchto monitorů.

V nové palubní desce, jak jsme se zmínili v předchozí kapitole, budou uchyceny dva širokoúhlé monitory a jeden starší monitor, který byl použitý i v nemodernizovaném simulátoru. Širokoúhlé obrazovky budou použity na krajních stranách palubní desky a starší monitor bude uprostřed a umístěn výše, oproti novým obrazovkám, obr. 4.29.

Pro novou přichytnou konstrukci monitorů se naskytuje opět mnoho možností, jak danou konstrukci zhotovit. Tím, že nebyly použity všechny monitory, které zobrazovaly přístroje v nemodernizovaném simulátoru a také tím, že prostřední monitor byl posunut výše nad dva krajní širokoúhlé monitory, nedala se původní konstrukce přichycení monitorů použít.

Původní konstrukce byla vyrobena z železných profilů tvaru L. Z toho samého materiálu by se dala vyrobit i nová přichytná konstrukce pro nové uspořádání monitorů v kabině leteckého simulátoru. Takto zvolený železný profil disponuje dostatečnou pevností, která je nezbytná pro správné uchycení a také proto, aby byla zabezpečena dostatečná tuhost celé konstrukce proti nežádoucímu chvění obrazovek v případě jakéhokoli drknutí či jiného nechtěného naražení do přídržné konstrukce. Celá konstrukce by byla přichycena jak k palubní desce, středovému panelu tak hlavně k navýšené podlaze v simulátoru. Konstrukce z železného profilu tvaru L by byla svařena, ale tento profil má jednu nevýhodu, neboť pokud bychom chtěli tyto profily svařit do tvaru L, spojili bychom pouze jednu a to spodní stranu. Nebo bychom museli jeden profil nasadit na druhý a mohli bychom spojit obě části, ale v tomto případě by jeden z profilů byl přesazen nad druhým, což by mohlo v případě uchycení působit komplikace. Tento nedostatek by se dal odstranit tím, že by kraje profilu L byly seříznuty pod úhlem 45°. Tím by došlo k přichycení obou částí a nedocházelo by k přesazení jednoho profilu nad druhý.

Nejen železný profil tvaru L má dostatečnou tuhost, ale v případě použití konstrukce vyrobené z malého jeklového profilu by mohla být výhodná. I tento železný profil disponuje dostatečnou pevností a tuhostí. Přichycení tohoto profilu by bylo uskutečněno jako v předchozím případě. Znamená to přichycení k palubní desce, středovému panelu a

také k navýšené podlaze v kabině simulátoru. Svařování tohoto profilu je daleko snazší, než u předchozího profilu tvaru L. Je to dáno tím, že jeklový profil má stejné hrany, takže v případě spojení do tvaru L, tak jako v předchozím případě, stačí přiložit nařezané části k sobě a přivařit. Samozřejmě by se také mohla navrhnout varianta, která by byla stejná jako v předchozím případě a to nařezáním jeklových profilů pod úhlem 45° a takto seříznuté profily k sobě přivařit. Takto vytvořené svařované spojení vypadá esteticky lépe. Používá se v případech, kdy je konstrukce viditelná a plastové ucpávky by kazily estetiku konstrukce. V tomto případě je takovéto spojení zbytečné, neboť díry v jeklech, které při svařování k boční stěnám jeklu vzniknou, budou na zadní straně palubní desky a nebudou tudíž viditelné. Jediná věc, která u tohoto typu konstrukce bude složitější vyvrtání přesných sousosých děr, neboť mezera uprostřed jeklového profilu dovoluje právě zmíněnou nesouosost. Ta se však dá odstranit velmi jednoduchým způsobem a to tak, že se díra, která má být vyvrtána, narýsuje z jedné i druhé strany jeklového profilu. Tím budeme zvlášť vrtat jednu a druhou stranu profilu. Takto vyvrtané díry slibují dosažení zmíněné sousososti vyvrtaných děr.

Barva by mohla být zvolena jakákoliv, neboť konstrukce přichycení monitorů není vidět, takže by nemusela být použita šedá (kokpitová) barva, ale případně černá. Touto černou barvou jsou např. nastříkány nové sedačky nebo také konstrukce navýšené podlahy v simulátoru.

Rozhodneme-li se pro jakoukoli variantu použití profilu, obě budou dosahovat námi požadovanou pevnost celé konstrukce. Samozřejmě musíme také klást důraz na jejich možné přichycení k dalším částem simulátoru a hlavně k navýšené podlaze, která je dimenzována pro takovéto uchycení dalších konstrukcí.

4.7 Konstrukce a mechanizace dvojího ručního řízení

Ovládání v simulátoru ULD bylo s pomocí ovládacího prvku ručního a nožního řízení. V této kapitole, jak již uvádí kapitola sama, si teda dopodrobna rozebereme ruční řízení leteckého simulátoru a jeho případnou modernizaci pro nové použití.

Nemodernizovaný letecký simulátor, jak jsme již mohli usoudit z předchozích kapitol, disponoval pouze jedním ovládacím mechanismem řízení simulátoru. Tento mechanismus byl připevněn na konzolku, která byla dále přichycena ke spodní části palubní desky leteckého simulátoru. Konzolka řídicího mechanismu byla vyrobena z železného profilu tvaru L. Tento profil, jak jsme se zmiňovali v kapitole předešlé, disponuje dostatečnou pevností a tuhostí. Samotné řízení, které bylo na tuto konzolku přichyceno, bylo zakoupeno Institutem dopravy. Řídicího mechanismus vyrábí firma ELITE, která produkuje komponenty pro nadšence simulovaného létání, obr. 4.31 Avšak pro danou kategorii simulované třídy letounu bylo zapotřebí, aby simulátor disponoval dvojím řízením a ne jedním. Je nutno podotknout, že na stávajícím trhu neexistují komponenty, které samy o sobě mají dvojí řízení. Veškeré dostupné mechanismy jsou pouze s řízením jedním, proto se použilo řízení alespoň na jedné straně v simulátoru.



Obr. 4.31 Ruční řízení ELITE

Řídicí mechanismus sloužící k řízení simulátoru ULD se skládá ze třech důležitých částí:

- madla řízení
- spojovací částí mezi madly a ovládací skříňkou
- ovládací skříňka.

Madla řízení, jsou nutná k samotnému ovládání. Jsou na něm přichyceny ovladače, které umí např. vyvažovat letadlo během simulovaného letu, nebo tlačítka k ovládání interní komunikace mezi oběma piloty (žáky) nebo mezi piloty (žáky) a instruktorem. Madla řízení jsou vyrobena z hliníkového materiálu. Mají v sobě vyvrtané díry pro vedení kabeláže k jednotlivým tlačítkům a přepínačům, o kterých jsme se zmínili. Madla jsou ke

spojovací části připevněna pomocí závrtného červíku, který má pro povolení či přitažení zápusťnou imbusovou hlavičku. Aby se však daly pedály sundat ze spojovací části, musely by být drátky, které vedou k přepínačům a tlačítkům, odpájeny a jejich vedení vytaženo z vnitřní části beranů. Poté by se daly berany odpojit ze spojovací části. Berany jsou nastříkány černou lesklou barvou.

Spojovací část mezi berany a ovládací skříňkou je vyrobena z trubky. Jak je nám všem všeobecně známo, trubka disponuje velkou tuhostí na ohyb. Spojovací část tedy vede od beranů, přes celou ovládací skříňku, až na druhou stranu a vyčnívá ven ze skřínky. Je to dáno tím, že uložení spojovací trubky je umístěno v přední a zadní části ovládací skřínky. Uprostřed spojovací trubky jsou vedeny elektrické kabely, které vedou signál od přepínačů z beranů do ovládací skřínky.

Ovládací skříňka má za úkol snímat polohu spojovací trubky, na které jsou umístěny prvky pro snímání pozice. Na spojovací trubku jsou také uprostřed ovládací skřínky připevněny pružiny, které vracejí berany přes spojovací trubku do rovnovážné polohy. V ovládací skřínce jsou snímače, které snímají pozici trubky a pomocí kabelového vedení je do počítače přivedena informace, v jaké poloze se berany se spojovací trubkou nachází.

Jediná nevýhoda celého mechanismu je zavedení slabých pružin v řídicím mechanismu. Neboť pokud berany vychýlím z rovnovážné pozice a pustím je, kmitají příliš dlouho ze strany na stranu. Ovšem pokud by byly v řídicím mechanismu použity silnější pružiny, bylo by možná obtížné samotné ovládání řídicího mechanismu.

Jelikož tedy není na dnešním trhu k dispozici žádná možnost koupě dvojího řídicího mechanismu, bude nutné jen nechat vyrobit. Před samotnou výrobou bude ovšem nutné si celý tento, ně zrovna jednoduchý, mechanismus rozplánovat a navrhnout nějaké řešení, které by bylo pro danou situaci a umístění optimální.

Jedním a zároveň neprodiskutovanějším tématem mechanismu bylo použití stávající ovládací skřínky i se spojovací trubkou, kterou by bylo velmi náročné z ovládací skřínky demontovat. Snímače, které jsou v ovládací skřínce použity, by bylo obtížné nahradit něčím jiným. Proto se ovládací skříňka použije pro dvojí ovládací mechanismus. Madla by byly také použitelné, avšak by musely být vyrobeny minimálně ještě jedny a se stejným tvarem i velikostí.

Mechanismus dvojího řízení:

U tohoto mechanismu se řešilo především spojení dvou ovládacích beranů, které by se pohybovaly úplně stejně, jako je tomu v letadle, které je charakterizované leteckým simulátorem. Bylo tedy nutné navrhnout, jakým způsobem by se daly berany spojit. Jednoduchou konstrukci dvojího řídicího mechanismu poskytovalo letadlo Cessna 152 – 182. Na internetu byla možnost stáhnutí údržbového manuálu, ve kterém jsou vykresleny jednotlivé části řízení letounu. Toto byla dostatečná inspirace k tomu, aby se dala konstrukce řídicího mechanismu vyrobit téměř stejně, akorát s menšími úpravami. U letounu Cessna 172, ze kterého byla konstrukce řízení inspirací pro dvojí řídicí mechanismus simulátoru, je řízení spojeno pomocí řetězu. Na každé straně řídicího mechanismu jsou ozubená kola, do kterých řetěz zapadá a tím spojuje obě dvě strany řízení. Madla jsou přes spojovací trubku spojena s těmito ozubenými koly. Ozubená kola jsou přichycena ke konstrukci, která je dále spojena k podlaze letounu. Na tuto konstrukci je připojení se systémem, kterým se natáčí ovládaná kormidla řízení. Podobným způsobem by mohl být vyroben dvojí řídicí mechanismus. Spojení mezi pravou, levou stranou a spodní částí by bylo za pomoci konstrukce tvaru T nebo také připadla v úvahu konstrukce tvaru Y. Ovšem konstrukce tvaru T bude z konstrukčního, pevnostního a výrobního hlediska jednodušší. Takto navrhnutá konstrukce bude vyrobena převážně z jeklových profilů. V konstrukci tvaru T budou umístěny tři ozubená kola, která budou vzájemně propojena řetězem. Řetěz bude mít na sobě napínák, kterým bude možno eliminovat případné prohýbání řetězu a tím pádem i možné přeskočení zubů ozubeného kola v řetězu a také použití napínáku eliminuje spadnutí řetězu z ozubených kol.

Napínák je součást, která má na jedné straně pravý a na straně druhé levý závit. Jestliže tedy otáčím středem napínáků, mohu nožky napínáků přitahovat nebo naopak odtahovat. Samozřejmě bude napínák zabezpečen proti samovolnému povolování a to vázacím drátem, který zabezpečí možné samovolné otáčení napínáku.

Ozubená kola budou ke konstrukci připevněna na otočné hřídeli a s touto hřídelí budou rozebíratelně spojena. Pro spojení ozubeného kola s hřídelí může být provedeno několika způsoby. Jedním z nich je použití již výše zmíněného červíku, se kterým jsme se setkali v popisu beranů. Tímto červíkem můžou být spojena ozubená kola s otočnými hřídeli, obr. 4.32. Dalším způsobem, jak by mohly být hřídele spojeny, je pomocí drážkového pérka. To znamená, že v ozubených kolech by musely být zářezy pro pérko.

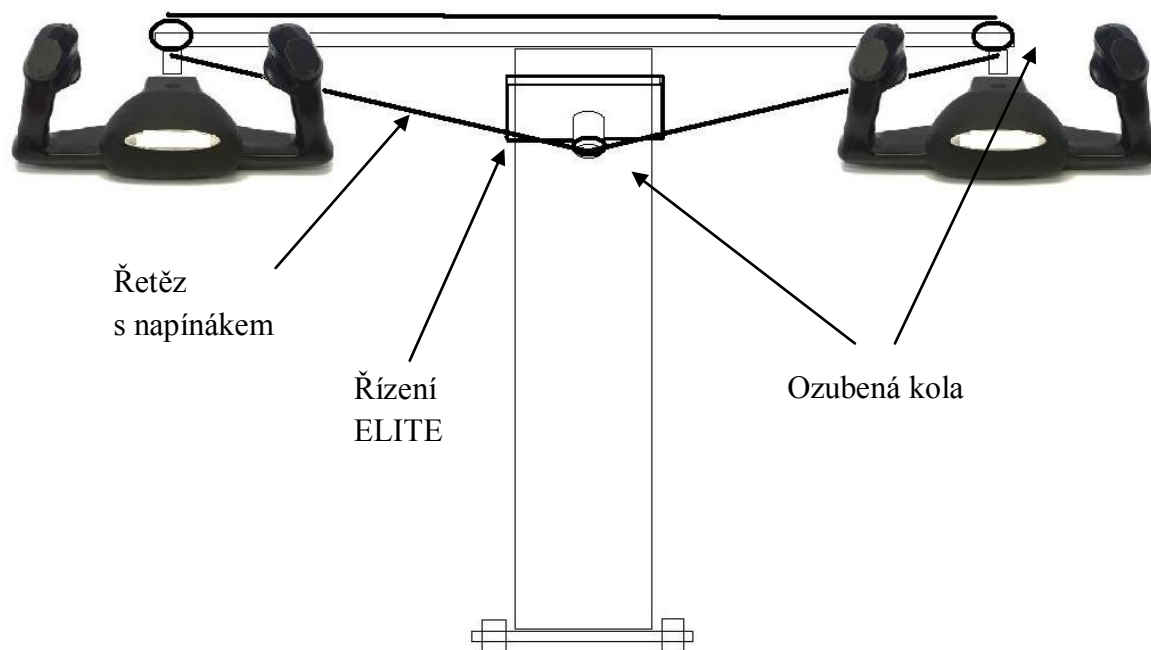
Také v hřídelích by musely být zářezy pro vložení pérka. Pokud by tomu tak bylo, tak samotné přichycení ozubeného kola a otočné hřídele by bylo vložním pojistného pérka mezi jednotlivé součásti a tím by bylo zajištěno dostatečně pevné spojení mezi těmito součástmi. Samozřejmě by muselo být nějaké zajištění, které by zabráňovalo vypadnutí pojistného pérka z daných součástí. Toto spojení je daleko pevnější, avšak oproti předchozímu případu daleko finančně náročnější, neboť jednotlivé součásti by musely být obrobena soustruhem či frézku pro vytvoření přesných zářezů pro vložení pojistného pérka.



Obr. 4.32 Pojištění ozubeného kola

Konstrukce řídicího mechanismu bude mít tvar T, obr. 4.33. Vrchní část bude tvořena silnostěnným jeklen, ve kterém budou na začátku a konci vyvrtané díry pro uložení otočného hřídele spojeného s ozubeným kolem. Tento jeklový profil bude mít potřebné rozměry, které budou zajišťovat dostatečnou tuhost. Ta je důležitá především k tomu, kdyby piloti (žáci) náhodou tlačili do řízení opačným směrem. Díry v jeklovém profilu budou mít požadovanou vzdálenost, která se určí empirickým způsobem. Průměr vyvrtaných děr bude záležet na průměru otočné hřídele. K hornímu jeklovému profilu by měly být přivařeny dvě stojny, které budou od sebe vzdáleny na menší šířku, než je šířka středového panelu. To proto, aby nešla konstrukce dvojího řídicího mechanismu vidět a mohla být schována v přední části simulátoru pod palubní deskou. Tyto dvě stojny by měly být přivařeny na trubku, která bude pomocí ložiskových domečků, které trubku obejmou a budou ji přidržovat, ukotvena v přední části simulátoru, k navýšené podlaze kabiny simulátoru. Mezi oběma stojnama bude navařen jekl o stejném profilu. V tomto navařeném jeklu bude opět vyvrtána díra pro uchycení třetího otočného hřídele s ozubeným kolem. Tento třetí otočný hřídel s ozubeným kolem bude spojen se spojovací trubkou ovládací skříňky, která bude snímat polohu ovládacího mechanismu. Celá ovládací skříňka bude uložena buďto před konstrukcí, v přední části simulátoru, nebo za konstrukci v místě, kde bude schována ve vnitřní části středového panelu. Další dva otočné hřídele

s ozubeným kolem budou spojeny s ovládací trubicí vedenou od beranů ke konstrukci řídicího mechanismu.



Obr. 4.33 Konstrukce dvojího řídicího mechanismu

Abychom docílili schopného otáčení otočného hřídele s ozubeným kolem, musíme mezi jekl, z jedné i druhé strany díry, vložit axiální ložisko, které bude mít patřičné rozměry podle průměru otočného hřídele. Na straně, kde není usazené ozubené kolo, bude otočný hřídel pojištěn podložkou a pojistnou matkou, která bude stlačovat axiální ložiska proti sobě. Tím bychom měli docílit správného usazení otočného hřídele s ozubeným kolem do profilu jeklu. Samozřejmě toto uchycení bude platit pro všechny použité otočné hřídele.

Jelikož se bude konstrukce dvojího řídicího mechanismu otáčet kolem spodního uchycení, nebude možné otočný hřídel, který je spojen s ozubeným kolem, spojit napevno k trubicím, na kterých by byly přichycené berany řízení. Proto musí být mezi točnou hřídel a trubicí řízení vložen spojovací kloubový element, který zabezpečí otáčení trubky řízení a zároveň naklápění celého mechanismu dvojího řízení.

Pod pojmem kloubový element si můžeme představit homokinetický kloub, který známe u automobilů. Ten je umístěn na hnaných kolech přední řízené nápravy. Tento kloub tedy musí zabezpečovat pohyb kola jak v podélném, tak také příčné ose. Podobný

klouby bude možné použít i u našeho dvojího řízení jako spojovací element mezi částí, která koná pohyb kývavý a zároveň mezi částí, která koná pohyb otočný. Avšak pokud se podíváme do sortimentu těchto homokinetických kloubů, můžeme najít pouze takové klouby, které jsou příliš rozměrné a tím je jejich použití v našem případě nemožné. Dále použité takového homokinetického kloubu určeného pro automobily by bylo zbytečné, protože v zamýšleném dvojím řízení nebudou moci být tak velké síly. Musela se tedy najít jiná alternativa, která by nahrazovala tak velký, těžký a zároveň zbytečně předimenzovaný kloub. Jedna varianta se však opravdu našla. Každá gola sada má ve své výbavě takovýto, avšak v daleko menší velikosti, vložený kloub, který slouží k povolení nebo přitáhnutí částí, které jsou špatně přístupné a je tedy v takových případech nutné použití tohoto kloubu. Samozřejmě bude naprosto zbytečné kupovat dvě gola sady nářadí, abychom měli k dispozici dva stejné klouby. Každý komponent v takovéto gola sadě má samozřejmě náhradu, nebo v případě poškození se dá daná chybějící součást dokoupit nebo objednat. Kloubů pro gola sady je celá řada, je pouze nutné vybrat tu správnou velikost, která by po určitých úpravách prováděla správnou funkci a zabezpečovala by dostatečně velkou pevnost tohoto spojovacího elementu. Takovýto koupený kloub určená pro gola sadu má na jedné straně čtvercovou díru a na straně druhé čtvercovou tyč. Obě tyto části budou muset být zakulaceny na soustruhu. Do soustruhem upravené díry bude muset být zařezán závit o námi požadované velikosti, aby byl schopen dalšího použití. Soustruhem upravená čtvercová tyčinka vystupující z druhé strany kloubu bude kulatá a na ní se také bude muset nařezat závit o velikosti, kterou nám dovolí průměr zakulacené tyčinky. Obě tyto části budou muset být navrhnuty tak, aby se do díry v kloubovém elementu dal zašroubovat otočný hřídel, a mohl být pojištěný červíkem, který bude našroubován přes obvodovou stěnu kloubu do díry. Tím dojde k zajištění povolení otočného hřídele a kloubovým elementem. Druhá strana kloubového elementu bude mít, jak jsme již zmínili, vyřezaný závit. Spojovací trubka od beranů bude mít ve svém konci vyřezaný vnitřní závit. Obě části se poté do sebe zašroubují. Pojištění bude opět pomocí červíku zavrtaného do spojovací trubky v místě, kde bude zašroubován závit kloubového elementu a tím je celá součást zajištěna proti případnému povolení. Ovládací berany budou k spojovací trubce také spojeny pomocí červíku, který je umístěn na spodní straně samotných beranů. Spojovací tyč mezi berany a kloubovým elementem je připojena ke spodní straně palubní desky pomocí ložiskové jednotky s přírubou.

Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, tak jsou berany přichyceny ke spojovací trubce pomocí červíku, který je umístěn na spodní straně beranů. Při povolení tohoto

červíku (závrtného šroubu), se dají berany odpojit. Samozřejmě musí být z beranů vytaženy drátky, které vedou signál od spínačů, které jsou na baranech připojeny. Berany se tedy dají sundat. K tomu abychom mohli vyrobit dvojí řídicí mechanismus, musíme také mít patřičné množství beranů k dispozici. Proto jedním z návrhů, jak dané berany vyrobit bylo jejich zaformování a odlití do připravené formy. Takto vyrobené, minimálně dva kusy beranů, by se po lehkých úpravách, jako je vybroušení a zbavení odlitku nečistot při zaformování, vyvrtání potřebných otvorů a konečného nástřiku, mohly použít pro mechanismus dvojího řízení. Výroba dvou kusů řídicích beranů proto, že by měly být berany stejné.

Pokud tedy byly berany připojeny, napnutý řetěz na požadovanou tuhost a také připojena ovládací skříňka ke konstrukci dvojího mechanismu, stačilo by pouze na konstrukci připevnit pružinový mechanismus, který by vytvářel lehké síly v řízení a vracel by celou konstrukci do rovnovážné polohy.

4.8 Konstrukce a mechanizace dvojího nožního řízení

Nožní řízení u nemodernizovaného leteckého simulátoru ULD bylo řešeno pomocí nožního řídicího mechanismu, který byl položen na podlahu v kabině simulátoru. Tento ovládací mechanismus byl zakoupen Institutem Dopravy pro účely výuky od společnosti ELITE, která, jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, se zabývá výrobou a prodejem komponent, sloužící pro řízení simulovaného létání. Obr. 4.34.



Obr. 4.34 Nožní řízení ELITE

Nožní řídicí mechanismus byl tedy položen na podlaze v kabině simulátoru a žádným jiným způsobem nebyl zajištěn proti případnému posunutí. To mohlo být způsobenou silou, kterou pilot (žák) tlačil nohama do ovládacích prvků tohoto řízení a tím mohl

s celou řídicí součástí pohybovat. Nožní řídicí mechanismus se tedy skládá z několika částí:

- pedálu
- ovládací skříň
- pohybového mechanismu pro zatáčení
- pohybového mechanismu pro brzdění.

Pedály řídicího mechanismu slouží k přenášení tlaku chodidla na mechanismus napojený na snímač polohy. Pedály jsou uchyceny k ovládací skříni řízení. Jsou vyrobeny z tvrdého plechu, který zabezpečuje tuhost materiálu i při použití velkého zatížení. K pedálu jsou přichyceny táhla, která jsou napojena na pohybový mechanismus určený pro zatáčení a dále jsou připojena i táhla, která jsou napojena na mechanismus určený pro brzdění.

Ovládací skříň tohoto nožního řízení v sobě ukrývá mechanismus určený pro zatáčení a pro brzdění. K oběma těmto mechanismům jsou napojeny pružiny, které vytvářejí síly působící proti pohybu tlaku chodidla a tím vytvářejí reálnější pocit v řízení. Celá konstrukce ovládací skříně je vyrobena z železných komponentů, aby celková sestava zabezpečovala dostatečnou tuhost, a také musí být celá konstrukce robustní, neboť síly, které vytvářejí pružiny, jsou dosti velké.

Pohybový mechanismus pro zatáčení je spojen s pedály nožního řízení a je přes táhla spojen s pružinovým mechanismem, který vytváří potřebný protitlak na pedály. Na tomto pohybovém mechanismu jsou připojeny snímače polohy, které vyhodnocují, v jaké poloze se pedál řízení nachází a informace získané ze snímače jsou poté vedeny do počítače.

Pohybový mechanismus určený pro brzdění je také připojen přes táhla na pedály řízení. Tento mechanismus je také napojen na zátěžovou pružinu, která brání snadnému proslápnutí pedálu. Na tento mechanismus je také napojen snímač, který snímá polohu pedálu a informace poskytuje počítači. Tím že se na oba pedály působí současně v jejich

horních částech, přetlačuje se pružina zátěžového mechanismu a snímač vyhodnocuje polohu táhla.

Celý řídicí mechanismus nožního řízení byl posunut až do nejkrajnější pozice k čelu simulátoru. Ovšem i takto uložený řídicí mechanismus, vlivem blízké vzdálenosti mezi palubní deskou a řídicím mechanismem, neposkytoval příjemné ovládání.

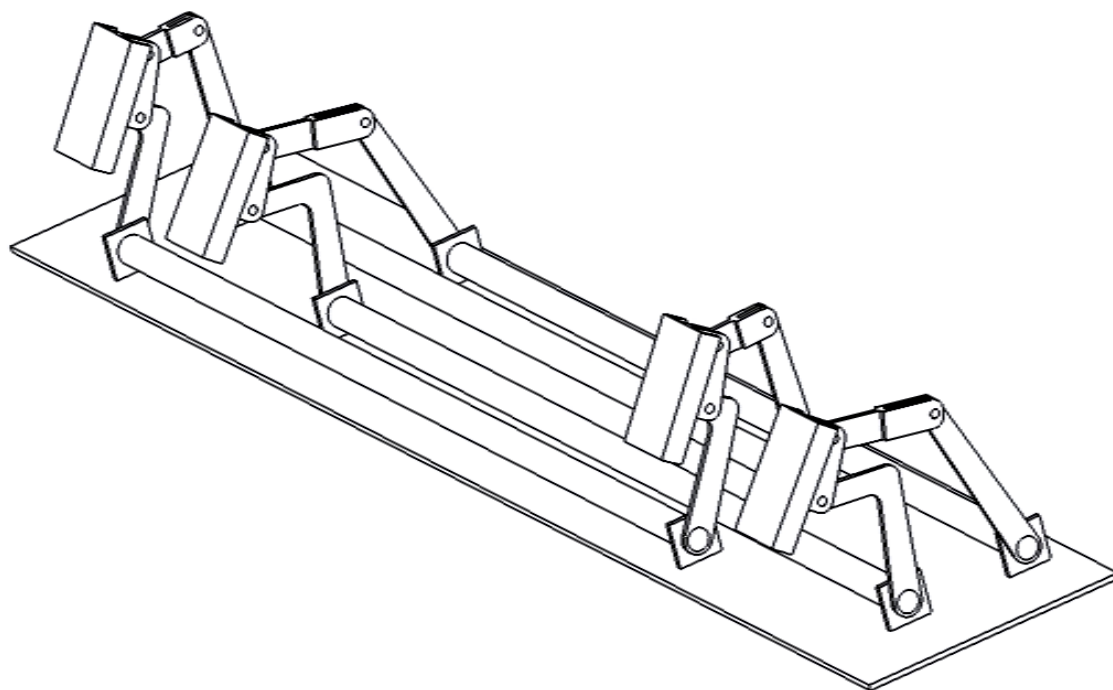
Mechanismus dvojího řízení:

Mechanismus dvojího řízení nebyl v původním simulátoru vůbec použit. I když v tomto případě výrobce komponent ELITE nabízí u nožního řídicího mechanismu dvojí řízení. Avšak cenový rozdíl mezi variantou jednoho řízení a dvojího je tak velký, že se hledají i jiné možnosti, jak dané dvojí řízení vyrobit.

Pokud se podíváme do předchozí kapitoly, byla inspirací pro mechanismus dvojího ručního řízení Cessna 172. I v tomto případě by se dalo inspirovat tímto letounem. Ten má dvojí nožní řídicí mechanismus sestaven ze čtyř trubek. Dvou hlavních a dvou vedlejších. V hlavních trubkách jsou v tomto případě vloženy trubky vedlejší. Při tlačení do spodní části pedálu, který je v dolní části spojen s hlavními trubkami, je vychylován mechanismus pro řízení a při tlačení v horní části pedálu, který je v horní části spojen s vedlejšími trubkami, je aktivován systém brzdění letounu. Pro použití do modernizovaného leteckého simulátoru bude muset být systém brzdění přepracován, neboť u letounu jsou přímo na pedály brzdění napojeny hydraulické pístky, které jsou při brzdění stlačovány, a tím je vyvinut tlak v brzdovém okruhu letounu. To však pro použití simulátoru nebude možné. Naskytuje se tedy jediná možnost jak toto řešení přizpůsobit pro simulátor.

Hlavní trubky nožního řízení by tedy byly použity dvě, jako v případě inspirovaného systému v letounu Cessna 172. Jedna hlavní trubka by tedy spojovala levý pedál levého pilota s levým pedálem pravého pilota. Druhá by spojovala pravý pedál levého pilota a pravý pedál pravého pilota. Tím by bylo zajištěno, že při sešlápnutí pedálu řízení na jedné straně, by byl pedál na druhé straně také vychýlen. Takovéto řešení v nemodernizovaném simulátoru chybělo, neboť druhý pilot neměl k dispozici ani ruční a také ani nožní řízení. Dvě hlavní trubky by byly spojeny s táhly v ovládací skříni nožního řízení, která by vytvářela síly v nožním řízení a také snímala polohu pedálů. Dvě hlavní trubky, které však

nebudou zasazeny do hlavních trubek, budou stejně spojovat pedály jako při použití hlavních trubek. Takto vytvořené spojení bude také při tlačení v horní části pedálu ovládat i pedály u druhého pilota. Obr. 4.35. Vedlejší trubky budou také připojeny k táhlům v ovládací skříni, kde pohyb pedálu bude snímán a pružinový mechanismus ve skříni bude také vytvářet síly proti pohybu pedálů. Všechny čtyři trubky budou přichyceny k navýšené podlaze v simulátoru pomocí ložisek se spodní přírubou. Ovládací skříň bude poté uložena buď v přední části kabiny simulátoru, nebo uložena do vnitřní části středového panelu.



Obr. 4.35 Mechanismus dvojího nožního řízení

Hlavní i vedlejší trubky budou muset být dostatečně dimenzované na krut, aby nedocházelo k pružení mezi jednotlivými pedály na trubce. Také pedály vyrobené z plechu budou muset být dostatečně tuhé, aby se při používání neohýbaly. Povrch trubek a pedálů bude opět ošetřen šedou (kokpitovou) barvou.

4.9 Konstrukce středového panelu

Původní středový panel v simulátoru ULD byl jednou z hlavních součástí, která soužila i jako opěrná část, ke které byla přimontována palubní deska a konstrukce pro

uchycení monitorů. Tento celý komplet vytvářel jeden z hlavních pevnostních uzlů, které obvodové zdi simulátoru zpevňovaly. Středový panel byl vyroben z profilu tvaru L, které byly umístěny po obvodových částech konstrukce a mezery mezi těmito profily byly vyplněny deskami z dřevotřísky. Na středovém panelu byly umístěny ovladače plynů motorů, nastavování vrtulí, ovládání připustí motoru, spínač pro vysunutí a zasunutí podvozku, spínač pro vytahování a zatahování vztlakových klapek a nakonec uložení jednoho z dotykových displejů. Úchyt tohoto monitoru byl součástí středového panelu.

Vlivem umístění navýšené podlahy v simulátoru, by se musel tento středový panel upravit tak, aby svými rozměry vyhovoval v modernizovaném simulátoru. Středový panel by se musel nadstavit, aby byl vyšší a delší. Musel by se přemístit a přepracovat úchyt monitoru, přimontovat nové úchyty pro umístění nově vyrobených ovládacích prvků a vytvoření místa pro počítač a přístupu k němu. Tyto úpravy by byly natolik složité, že bylo rozhodnuto a vyrobení nového středového panelu, který by byl na míru vyroben novému vnitřnímu uspořádání v kabině simulátoru.

Nový středový panel by měl být chopen ve svém vnitřním prostoru mít prostor pro:

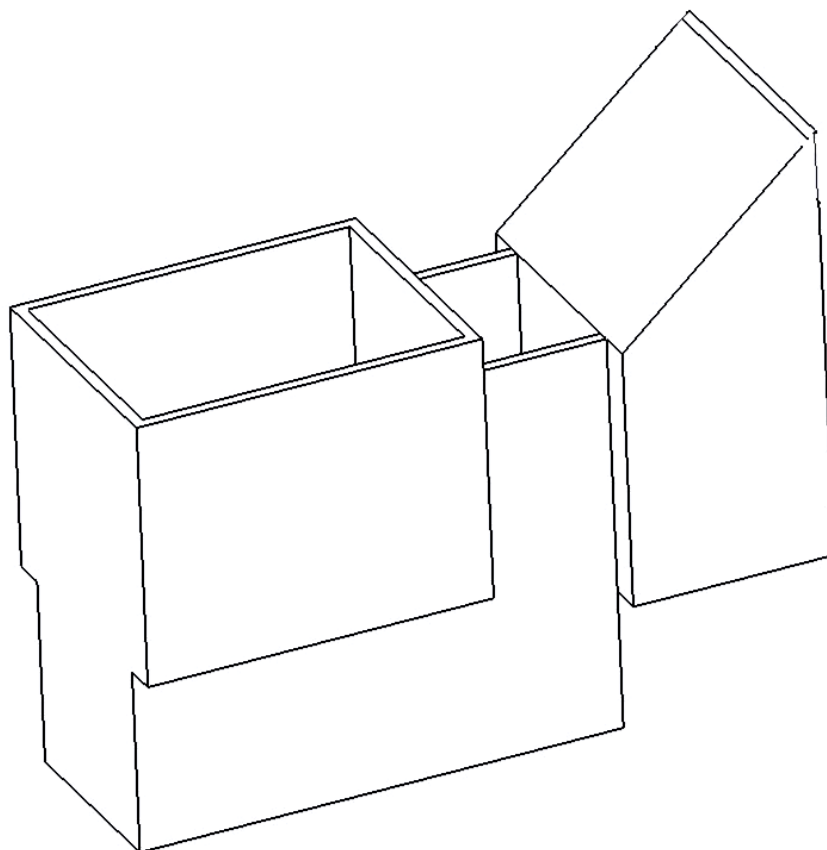
- počítač, který bude ovládat téměř všechny systémy simulátoru
- hlavního vypínače, kterým se bude simulátor uvádět do chodu
- umístění potrubí na odsávání horkého vzduchu, který je vytvářen chladícím systémem počítače
- uchycení ovládacích prvků motorů
- uchycení monitoru, který bude zobrazovat další letové informace
- uchycení palubní desky a konstrukce přichycení monitorů
- úchyty, které budou potřebné k samotnému uchycení středového panelu k navýšené podlaze simulátoru
- úchyty, které budou přidržovat skříň ovládacího mechanismu pro dvojí řízení
- uchycení dělicího plechu či desky, který bude rozdělovat středový panel na dvě části, aby horký vzduch neměl možnost vstupu do kabiny simulátoru.

Středový panel by měl mít ve své zadní části výklopné víko. Odklopením toho výklopného víka by bylo umožněno zapnutí počítače a také zapnutí hlavního vypínače, kterým se celý simulátor uvede do provozu. Takovéto výklopné víko musí být dostatečně velké, aby umožňovalo snadné uložení nebo vytažení počítače z vnitřní části. Boční stěny

středového panelu budou muset být vyrobeny demontovatelné, aby bylo zabezpečeno tzv. servisního otvoru, kterým by se veškeré kabelové vedení připojovalo k počítači a dalším ovládacím prvkům, které jsou ve vnitřní části středového panelu uloženy. Na bočních stranách středového panelu budou přišroubovány plechové kapsy, pro uložení letových dokumentů.

Konstrukce středového panelu bude železná a to buď svařena z profilů tvaru L nebo dostatečně pevného jeklového profilu. Boční stěny budou z plechu, který bude ve svém středu vyztužen proti možnému protlačování. Tyto boční plechy budou ke konstrukci přišroubovány malými šroubky, které postačí k přidržení těchto plechů. Celé konstrukce středového panelu bude nastříkána šedou (kokpitová) barvou.

Konstrukce středového panelu by měla snést dostatečně velké zatížení, neboť k této konstrukci budou připevněny další zařízení, které společně budou, tak jako u předchozího středového panelu, vytvářet pevnostní uzel celé kabiny leteckého simulátoru. Obr. 4.36.

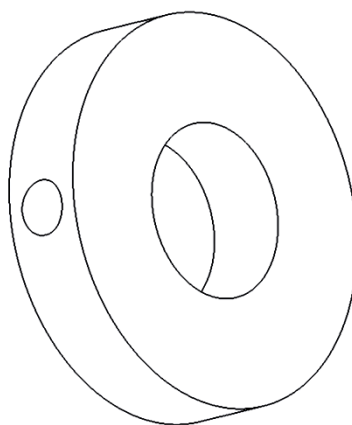


Obr. 4.36 Návrh středového panelu

4.10 Konstrukce ovládání motorů a vrtulí na středovém panelu

Ovládací páky, které řídily ovládání motory a vrtule byly uloženy v nemodernizovaném středovém panelu na dvou konzolkách, které byly přichyceny k bočním stěnám středového panelu. Tyto dvě konzolky přidržovaly dlouhý šrouby, který svíral ovládací páky a tím spojoval celý mechanismus řízení. Mezi jednotlivými pákami byly umístěné kroužky, které odsazovaly páky od sebe a vytvářely tím mezeru mezi jednotlivými pákami. Ovšem pokud byl dlouhý svěrný šroub příliš těsně dotáhnut, tak pohyb jedné páky způsoboval pohyb dalších pák, což bylo nepřijatelné. Ale jestliže se svěrný šroub povolil, byly páky zase moc volné a při menším potlačení měly snahu samy spadnout do krajních pozic. Aby k těmto nepříznivým situacím nedocházelo, musel by se celý systém uložení kroužků mezi pákami přepracovat.

Vymezovacích kroužků mezi pákami by muselo být více, nebo by musel být vymezovací kroužek pevně spojen s dlouhým šroubem. Spojení vymezovacího kroužku s dlouhým šroubem by se dalo realizovat provrtáním kroužku skrz a vyřezáním závitu do kroužku, kde by se dal umístit červík (pojišťovací šroubek). Pak by se dal napevno spojit vymezovací kroužek s dlouhým šroubem, obr. 4.37. Tím by se docílilo nepřijatelné ovládání více pák najednou zcela odstranit.



Obr. 4.37 Kroužek s pojistným červíkem

4.11 Chladicí systém kabiny simulátoru

Kabina u nemodernizovaného simulátoru musela být chlazená, protože horký vzduch, který byl vytvářen dvěma počítači umístěných v přední části, byl vháněn do prostoru kabiny. Tím teplota uvnitř simulátoru stoupala až na neúnosnou hodnotu. Proto se při výuce využívalo chlazením prostoru tím, že se otevřely dveře simulátoru. Ovšem to způsobovalo rušení pilotů (žáků) při výuce. Proto se na střechu kabiny namontovaly dva ventilátory, které měly horký vzduch vytahovat z kabiny a pomocí otevřených servisních dvířek v přední části simulátoru vhánět chladnější vzduch z okolí do kabiny simulátoru.

U nového uspořádání vnitřního prostoru bude absence dvou počítačů, které budou nahrazeny pouze jedním. Ten bude umístěn ve středovém panelu, který bude zabráňovat vhánění horkého vzduchu do kabiny simulátoru. Oba ventilátory, které byly použité na střechu simulátoru, budou přemístěny do spodních částí bočních stěn. Jeden ventilátor bude vhánět chladný vzduch, vedený potrubím do stavitelných vzduchových sprch, pro piloty. Druhý ventilátor bude sát horký vzduch z prostoru počítače a bude jej vhánět mimo kabinu simulátoru. Díry, které zůstaly po umístění ventilátoru ve střechu, budou přikryty sítovinou. Ta bude zabezpečovat přívod vzduchu do simulátoru a zároveň bude bránit pronikání velkého množství světla do kabiny simulátoru.

Takovéto nové uspořádání chlazení by mělo vytvářet příjemné prostředí uvnitř kabiny simulátoru během provozu.

5. Návrh technické dokumentace simulátoru ULD

Technické dokumentace simulátoru ULD by se dala vytvořit podobným způsobem, jako je vytvořena v údržbovém manuálu určeném pro letadla. V tomto manuálu jsou kapitoly, které popisují určitou danou součást či celý systém jako např.:

- rozměry letounu
- komunikační zařízení
- řídicí systém letadla
- podvozek
- klapky
- motory a další.

Podobným způsobem by se mohla vytvořit i technická dokumentace k simulátoru ULD. V jednotlivých kapitolách, které budou popisovat určitou součást, bude nejen popis součástí, ale také fotodokumentace, která bude nejlépe zobrazovat popisovanou součást.

Hlavní rozdělení by bylo na:

1. elektronické zařízení a systémy včetně napájecí sítě
2. konstrukce a mechanické součásti.

V každé této kapitole by dále byly podkapitoly, které by popisovaly jednotlivé části leteckého simulátoru ULD.

6. Zhodnocení cílů

Diplomová práce, jak již bylo zmíněno na začátku, se zabývala modernizací leteckého simulátoru ULD a to jak z vnější části, tak také z části vnitřní.

Vnější část byla dokončena tak, jak bylo popsáno v kapitolách výše. Bylo to zejména přemístění simulátoru doprostřed místnosti, návrh a výroba projekční plochy a také konstrukce pro přichycení projektorů. Tyto cíle byly splněny až na některé nedostatky, které se odstraní až při zkušebním provozu.

Vnitřní část, tím je myšleno vnitřní uspořádání kabiny simulátoru. Některé cíle byly splněny, ovšem některé byly v době psaní diplomové práce v rozpracovaném stavu. Byl to např. středový panel, dvojí řízení, palubní deska a také zmíněná ventilace kabiny.

7. Závěr

V této diplomové práci jsem se zabýval jednotlivými modernizovanými technickými součástmi, které byly oproti bývalému (nemodernizovanému) simulátoru nevyhovující nebo jejich opětovné použití v modernizované kabině simulátoru nebylo možné.

U jednotlivých popsaných součástí jsem rozebral jejich současný stav, porovnal jsem ho a zdůvodnil jsem, proč musely být součásti vyrobeny nové, popřípadě musela nastat jejich úprava pro další možné použití.

Navrhl jsem možné řešení výroby jednotlivých modernizovaných součástí, které by byly pro simulátor použitelné a vyhovovaly by lépe použitým komponent v kabině simulátoru. Dále jsem popsal návrh řešení technické dokumentace, která by detailně popisovala jednotlivé komponenty simulátoru s přiloženou fotodokumentací jednotlivých součástí.

Na závěr tedy můžeme podotknout, že modernizace leteckého simulátoru ULD byla velmi nutná, aby se simulátor mohl přiblížit k možné certifikaci leteckých simulátoru kategorie BITD.

Seznam použité literatury

- [1] *Letecký předpis JAR STD 1A* [online] Vydáno 1.7.2003 Dostupný na http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/Jar/JAR-STD_1A/data/print/JAR-STD_1A-cely.pdf
- [2] *Letecký předpis JAR STD 4A* [online] Vydáno 1.5.2002 Dostupný na <http://lis.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm>
- [3] *Aircraft Maintenance Manual Cessna 172* [online] Dostupný na <http://www.docstoc.com/docs/75188620/cessna-172-skyhawk-series-service-manual>
- [4] *Aircraft Maintenance Manual Boeing 737* [online] Dostupný na <http://needfile.net/boeing-737-200-aircraft-maintenance-manual>
- [5] Misumi – *katalog mechanických součástí pro automatizaci montáže*, Vydáno 1.4.2009, platné do 31.3.2010.
- [6] Igus – *katalog plastových pouzder, flexibilních kabelů a energetických řetězů*. Vydáno 1.3.2007.
- [7] Hepco – *katalog válečkových pojezdů* [online] Dostupný na www.HepcoMotion.com
- [8] SKF – *katalog lineárních pojezdů*. Vydáno 1.7.2008. Dostupný na www.skf.cz